BHS II C 22-2

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke Aktiengesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: II C
B Nr. 22

LEHRBUCH

DER

CHEMISCHEN UND PHYSIKALISCHEN

GEOLOGIE

VON

GUSTAV BISCHOF.

BIBLIOTHEK
DER K. B. GENERAL
BERGW. U. SALINEN
ADMINISTR.

Zweiter Band.

Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage,

in gedrängter Kürze, mit Zusätzen und Verbesserungen.

BONN,

BEI ADOLPH MARCUS.

1864.

Das Recht der Uebersetzung in's Englische und Französische wird vorbehalten.

Der

Académie des Sciences

in Paris

widmet

dieses Werk als ein geringes Zeichen

größter Hochschätzung

Der Verfasser.

Bayerische Staatsbibliothek München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Man kann diesen Band und das Erzkapitel im dritten Bande für eine chemische Mineralogie nehmen, welche von den äufseren Kennzeichen der Mineralien abstrahirt, und vorzugsweise die Zusammensetzung, Bildung, Umwandlung, Verdrängung und Zersetzung, diese chemischen Verhältnisse, ins Auge faſst.

Das Streben, die Gegenstände der ersten Auflage zu concentriren und sie in möglichst systematischer Folge an einander zu reihen, habe ich nicht aus dem Auge verloren. Gleichwohl wurde das Neue und Gegründete nachgetragen und die neuen Kapitel XXIV, XXVI, XXVII und XLII hinzugefügt.

Der Druck des dritten Bandes hat schon begonnen. Er wird noch in diesem Jahre erscheinen.

Bonn, den 4. Mai 1864.

Der Verfasser.

Inhalt.*)

Seite.

Einleitung 1

Erster Abschnitt.

Haloidsalze 1—102

Kapitel XVII.

Alkalische und erdige Chlorüre, Bromüre und Jodüre 4—10

Kapitel XVIII.

Das Steinsalz 11—77
Salzseen 49—77

Kapitel XIX.

Fluorüre 78—102
Fluor Vorkommen 78—82
Flufsspath 83—90
Pseudomorphosen 91—97
Kryolith 97—100
Topas und Pyknit 100—102

Zweiter Abschnitt.

Sauerstoffsalze 103—278

Kapitel XX.

Kohlensaure Salze 106—179

*) In Folge einer nach dem Drucke des I. Bandes vorgenommenen Aenderung in der Reihenfolge einiger Kapitel dieses II. Bandes ist in allen betr. Citaten des I. Bandes zu lesen

statt Kap. 19 Kap. XX.
» » 20 Kap. XXI.
» » 21 Kap. XXII.
» » 22 Kap. XIX.

Seite.

Allgemeines 106—107

A. Kohlensaurer Kalk 107—124

Vorkommen 107

Bildung, Löslichkeit 108—113

Pseudomorphische Processe . . . 113—124

B. Kohlensaure Magnesia 124—128

Löslichkeit, Vorkommen, Bildung, Pseudomorphosen 124—128

C. Bitterspath und Dolomit 128—134

Vorkommen, Zusammensetzung, Verhalten zu Säuren 128—132

Pseudomorphosen 132—134

D. Kohlensaurer Baryt und kohlens. Strontian 134—136

E. Kohlensaures Eisen- und Manganoxydul . 136—173

Kohlensaures Eisenoxydul 136—159

Löslichkeit und Absatz des Eisens aus Lösungen 136—137

Sphärosiderit, Analysen, Bildung . . . 138—150

Eisenspath, Bildung, Pseudomorphosen . . 150—159

Kohlensaures Manganoxydul, Vorkommen, Zusammensetzung, Pseudomorphosen . . . 159—160

Kohlensaures Eisen- und Manganoxydul . . 160—173

Allgemeines über Carbonate . . . 173—179

Kapitel XXI.

Schwefelsaure Salze 180—233

Allgemeines 180—181

A. Gyps und Anhydrit 181—197

Vorkommen 181—183

Zersetzung und Bildung 184—187

Pseudomorphose 187—191

Bildung des Anhydrit 191—197

B. Schwefelsaure Magnesia und schwefelsaure Alkalien 197—201

Vorkommen und Bildung 197—201

C. Barytspath 201—226

Vorkommen und Bildung 201—225

Zersetzung und Pseudomorphose . . . 225—226

D. Cölestin 226—233

Vorkommen, Bildung, Zersetzung, Pseudomorphose 226—233

Kapitel XXII.

Phosphorsaure Salze 234—266

Phosphorsäure, Vorkommen 234—241

Löslichkeit der phosphorsauren Kalksalze in kohlensaurem Wasser 241—244

Seite.

Apatit, Vorkommen und Bildung . . . 244—248
Phosphorsaure Thonerde, Wavellit . . 248—253
Phosphorsaures Eisenoxydul, Vivianit, merkwürdige Bildung desselben 253—256
Phosphorsaure Salze im organischen Reiche und in sedimentären Formationen . . . 256—266

Kapitel XXIII.

Borsäure und borsaure Salze . . 267—278
Borsäurevorkommen in den Suffioni . . 267—269
Borate und Borsäurebildung . . . 269—275
Borsäurehaltige Mineralien 275—278

Dritter Abschnitt.

Silicate 279—826

Kapitel XXIV.

Allgemeines über Silicate . . . 280—328
Löslichkeit 280—283
Zusammensetzung, chemische Formeln . . 283—294
Bildung 294—322
Zersetzung 322—328

Kapitel XXV.

Einfache Silicate 329—361
A. Alkalische Silicate 329-331
B. Erdige Silicate in Quellwassern . . 331—334
C. Einfache Magnesia- und Kalksilicate . . 334—343
Magnesiasilicate, Löslichkeit derselben, Speckstein, Talk, Meerschaum u. s. w. . . . 334—337
Magnesit, Kieselsäure enthaltend . . . 337—339
Kalksilicate, Löslichkeit derselben, Wollastonit u. s. w. Allgemeines über Kalk- und Magnesiasilicate 339—343
D. Einfache, wasserhaltige Thonerdesilicate . 343—350
Löslichkeit, Bildung 343—344
Kaolin, Cimolit u. s. w. 344—350
E. Einfache Eisenoxydul- und Eisenoxydsilicate 350—357
Löslichkeit, Bildung 350—351
Hisingerit, Chamoisit u. s. w. . . . 351—352
Grünerde und Glaukonit 352—354
Allgemeines über Eisenoxydul- u. Eisenoxydsilicate 354—357

Seite

F. Einfache wasserhaltige Manganoxydulsilicate, Bildung, Vorkommen . . . 357—359
G. Verbindungen von Silicaten mit Carbonaten, Sulphaten, Chlorüren.
Cancrinit, Miascit, Davyn, Stroganowit, Sodalith, Nosean, Hauyn, Ittnerit 360—361

Kapitel XXVI.

Zeolithe 362—391
Verhalten zu Säuren 362—363
Vorkommen und Bildung 363—364
Classification, Zusammensetzung . . . 364—367
Analcimpseudomorphosen 367—372
Natrolithpseudomorphosen 372—376
Laumontitpseudomorphosen 376—380
Leonhardit-, Stilbit-, Heulanditpseudomorphosen 380—382
Prehnitpseudomorphosen, Mesolith, Chabasit, Chabasitpseudomorphose 382—385
Harmotom, Apophyllit, Krystallisation aus seiner Lösung 385—390
Datolithpseudomorphose 390
Allgemeines 391

Kapitel XXVII.

Feldspathe 392—510
Allgemeines 392—393
A. Orthoklas 393—432
Vorkommen 393—394
Zusammensetzung 394—398
Bildung 398—404
Umwandlung einer Feldspathspecies in eine andere, oder Zersetzung einer Feldspathspecies in zwei verschiedene 404—418
Zersetzung des Feldspath in Kaolin u. s. w. . 418—428
Verdrängung des Feldspath durch Kalkspath . 428—431
Feldspath in Formen anderer Mineralien . . 431—432
B. Glasiger Feldspath, Sanidin . . . 432—438
Verhalten zu Säuren 432—433
Zusammensetzung 433—436
Bildung 436—438
C. Ryakolith 438—439
Zusatz 510
D. Albit 439—444

Seite.
Verhalten zu Säuren, Vorkommen, Bildung . 439—440
Zusammensetzung 440—443
Pseudomorphosen 443—444
E. Oligoklas 444—452
Verhalten zu Säuren, Vorkommen . . 444
Zusammensetzung 444—451
Pseudomorphosen 451—452
F. Spodumen 452—455
Verhalten zu Säuren, Vorkommen, Zusammensezzung, Pseudomorphose 452—455
G. Petalit 455—457
Verhalten zu Säuren, Vorkommen, Zusammensezzung 455—457
H. Labrador 457—469
Verhalten zu Säuren, Vorkommen . . 457
Zusammensetzung 457—458
Bildung 458—459
Umwandlung, Zersetzung 459—469
I. Anorthit 469—474
Verhalten zu Säuren, Vorkommen, Bildung . 469—470
Zusammensetzung, Zersetzung . . . 470—474
K. Saussurit 474—477
Verhalten zu Säuren, Vorkommen, Zusammensezzung 474—477
L. Leucit 477—501
Verhalten zu Säuren, Vorkommen . . 477
Zusammensetzung, Zersetzung . . . 477—481
Bildung 482—497
Pseudomorphosen 497—501
Zusatz 510
M. Nephelin und Eläolith 501—509
Verhalten zu Säuren, Vorkommen . . . 501
Zusammensetzung und Zersetzung . . 502—505
Pseudomorphosen 505—508
Zersetzung 508—509
Allgemeines über Feldspathe . . . 509—510

Kapitel XXVIII.

Andalusit, Chiastolith und Cyanit . 511—521
Vorkommen 511
Zusammensetzung 512—517
Pseudomorphosen 517—521
Verhalten zu Säuren, Zersetzung . . . 521

Seite.

Kapitel XXIX.

Wernerit und Epidot 522—549
A. Wernerit 522—538
Vorkommen, Zusammensetzung, Verhalten zu Säuren 522—523
Bildung 523—524
Allmälige Uebergänge der Zusammensetzung der Wernerite in die der Mejonite . . . 524—527
Pseudomorphosen 527—531
Zersetzung des Wernerit, ohne daſs sich ein Uebergang in ein bestimmtes Mineral zeigt . 531—538
B. Epidot 538—549
Vorkommen 538—539
Zusammensetzung, Verhalten zu Säuren vor und nach dem Glühen, Bildung . . . 539—540
Pseudomorphosen 540—549

Kapitel XXX.

Turmalin 550—568
Vorkommen, Bildung, Farbenveränderung, zerbrochene Krystalle 550—556
Zusammensetzung, Classification . . . 556—560
Verhalten zu Säuren, Electricität und Licht . 560—561
Pseudomorphosen 561—566
Zersetzung 566—568

Kapitel XXXI.

Cordierit 569—580
Vorkommen und Zusammensetzung . . 569
Umwandlungen des Cordierit . . . 569—580

Kapitel XXXII.

Granat 581—602
Vorkommen, Zusammensetzung und Verhalten zu Säuren vor und nach dem Glühen . . 581—583
Bildung 583—590
Pseudomorphosen 590—599
Zersetzung 599—602

Kapitel XXXIII.

Vesuvian 603—610
Vorkommen 603—604

Seite.

Zusammensetzung, Verhalten zu Säuren vor und nach dem Glühen, Bildung . . . 604—606
Pseudomorphosen 606—609
Zersetzung 609—610

Kapitel XXXIV.

Augit und die ihm verwandten Mineralien 611—661
A. Augit 611—650
Vorkommen und Bildung, Schlackenanalysen . 611—619
Verhalten zu Säuren 619—620
Zusammensetzung, Classification . . . 620—623
Pseudomorphosen 623—646
Zusatz 825
Zersetzung 646—650
B. Diallag und Bronzit 650—656
Vorkommen, Zusammensetzung . . . 650—654
Verwachsung des Diallag mit Hornblende . 654—655
Pseudomorphosen, Zersetzung 655—656
Zusatz 826
C. Hypersthen 657—661
Vorkommen und Zusammensetzung . . 657—659
Zersetzung 659—660
Allgemeines über Augit 660—661

Kapitel XXXV.

Hornblende 662—686
Vorkommen und Bildung 662—668
Verhalten zu Säuren, Zusammensetzung, Classification 668—673
Pseudomorphosen 673—682
Zusatz 826
Zersetzungen der Hornblende . . . 683—686

Kapitel XXXVI.

Olivin 687—700
Strengflüssigkeit und Verhalten zu Säuren . 687
Vorkommen und Bildung 687—691
Zusammensetzung 691—694
Pseudomorphosen 694—696
Zersetzung 696—700

Kapitel XXXVII.

Glimmer 701—760

Seite.

Beständigkeit 701—703
Zusammensetzung und Classification, (Kali-, Magnesia-, Lithion-Glimmer) 703—706
Verhalten beim Glühen, Farbenveränderung, Verhalten zu Säuren 706—709
Vorkommen, Glühversuche, Bildung . . 709—737
Pseudomorphosen 737—760

Kapitel XXXVIII.

Chlorit 761—775
Vorkommen, Zusammensetzung, Verhalten zu Säuren 761—763
Pseudomorphosen, (Volger's Untersuchungen und Bemerkungen hierüber) . . . 763—774
Bildung und Zersetzung 774—775

Kapitel XXXIX.

Serpentin 776—810
Löslichkeit in Säuren, Vorkommen . . 776—777
Zusammensetzung 777—778
Pseudomorphosen (alle Krystallformen des Serpentin erborgte) 778—785
Serpentingesteine 785—810
Nahe Verwandtschaft des Serpentin mit andern Gesteinen 785—787
Serpentin bei Waldheim und Greifendorf . . 787—803
Serpentin in den Alpen 804—805
Serpentin in den Vogesen 805—808
Serpentinlager bei Snarum 808—810

Kapitel XL.

Speckstein, Talk und Meerschaum . 811—826
Vorkommen, Verhalten zu Säuren und Zusammensetzung 811—813
Bildung 813—818
Quantitäten des Speckstein, welche durch chemische Processe gebildet werden können . 816—817
Specksteinpseudomorphosen 818—824
Talkpseudomorphosen 824—825

Vierter Abschnitt.

Die wichtigsten unter den aus Zersetzung der Silicate hervorgegangenen Mineralien . 827—953

Seite.

Kapitel XLI.

Quarz und andere kieselige Bildungen	828—896
Verschiedene Modificationen der Kieselsäure .	828—830
Löslichkeit der Kieselsäure	830—831
Abscheidung und Verhalten beim Glühen . .	831—834
Opal	834—842
Hyalith und Chalcedon	842—844
Feuerstein	845—847
Mineralien in Formen von Quarz . . .	847—851
Vorkommen und Entstehung . . .	851—873
Einschlüsse im Bergkrystall . . .	862—863
Wasser-, Glas- und Steinporen . . .	869—873
Quarz in Formen anderer Mineralien . .	873—885
Silification	885—894
Zersetzung des Quarz	894—896

Kapitel XLII.

Magnet- und Titaneisen . . .	897—953
A. Magneteisen	897—935
Magnetische Gesteine	897—908
Löslichkeit des Magneteisen . . .	908—909
Vorkommen und Zusammensetzung . .	909—911
Bildung	911—928
Pseudomorphosen	928—935
B. Titaneisen	935—953
Vorkommen und Bildung	935—936
Zusammensetzung und magnetische Eigenschaften	936—953

Einleitung.

Dieser Band handelt von den im Mineralreiche vorkommenden Salzen im weitesten Sinne des Wortes. Er zerfällt in vier Abschnitte. Der erste enthält die Haloidsalze, der zweite die Sauerstoffsalze, deren Säuren zu den im Wasser leichtlöslichen, oder mit demselben in allen Verhältnissen mischbaren, gehören. Der dritte enthält die Sauerstoffsalze (Silicate), deren Säure un- oder doch nur schwerlöslich ist, der vierte die wichtigsten unter den aus der Zersetzung der Silicate hervorgegangenen Mineralien.

Erster Abschnitt.

Haloidsalze.

Man kann diese Salze in Beziehung auf ihr Vorkommen in zwei Klassen bringen. Die erste umfaſst die Chlorüre, Bromüre und Jodüre, welche, die sehr selten vorkommenden Haloidsalze des Silbers und Quecksilbers ausgenommen, nur im aufgelösten Zustande sich finden, wenn sie nicht, wie namentlich das Chlornatrium, durch aufgelagerte wasserdichte Thonschichten, gegen die Auflösung durch Gewässer geschützt sind. Die zweite Klasse umfaſst die Fluorüre, welche gröſstentheils, namentlich die Fluorüre der Erden und der schweren Metalle, unlöslich oder wenigstens sehr schwerlöslich sind, und daher als selbstständige Mineralien, oder in meist sehr geringen Quantitäten als Bestandtheile von Mineralien oder Gebirgsgesteinen sich finden.

Die sämmtlichen Haloidsalze gehören zu denjenigen Substanzen, welche nicht durch Wirkung einfacher Wahlverwandtschaften mittelst Stoffen, die der Natur zu Gebote stehen, zersetzbar sind. Die Salzbilder zeichnen sich aus durch ihre grofse Verwandtschaft zu den Metallen. Selbst der Chemiker kann sie nur durch complicirte Processe als solche ausscheiden[1]), und sogar ist ihm die Ausscheidung des Fluor mit Sicherheit noch nicht gelungen. Diese Processe sind aber im Mineralreiche nicht zu vermuthen. Das Vorkommen der Salzbilder im isolirten Zustande im Mineralreiche kann daher nicht gedacht werden, und sollten sie auch in der Schöpfungsperiode existirt haben, so würden sie doch längst Verbindungen mit andern Stoffen eingegangen sein.

Zersetzungen der Haloidsalze durch Metalle, wie z. B. des Chlorsilbers, durch Eisen oder Zink, können im Mineralreiche kaum gedacht werden, da jenes zwar vorkommt, jedoch äufserst selten, dieses aber gar nicht. Dasselbe gilt von der Zersetzung der Haloidsalze durch starke Basen (Alkalien und alkalische Erden), da diese im isolirten Zustande im Mineralreiche nicht vorkommen.

Wo freie Schwefelsäure durch langsame Oxydation von Schwefelwasserstoff-Exhalationen entsteht (Bd. I. S. 842) da ist ein Zersetzungsmittel von Haloidsalzen gegeben, und Wasserstoffsäuren entwickeln sich. Das wenn auch nur spurenweise in Gebirgsgesteinen so sehr verbreitete Chlornatrium ist einer solchen Zersetzung vorzugsweise ausgesetzt. Die sich entwickelnde Chlorwasserstoffsäure kann, da sie ein kräftiges Auflösungsmittel vieler Mineralsubstanzen ist, nur eine ephemere Existenz haben: durch Gewässer wird das Chlor in Chlorüren sogleich fortgeführt.

Die Zersetzungen der Haloidsalze der ersten Klasse durch doppelte Wahlverwandtschaft beschränken sich auf die Chlorüre der Metalle, der Alkalien und der alkalischen Erden, welche in wässeriger Lösung (das Chlornatrium,

[1]) Salzsäuregas findet sich manchmal in den Exhalationen aus Vulkanen. Sollte es etwa in Spalten mit Braunstein in Berührung kommen: so würde eine ephemere Bildung von Chlor stattfinden.

Chlormagnesium in bedeutender Menge im Meerwasser) vorkommen.

Dafs diese Haloidsalze eine grofse Zahl von Zersetzungsprocessen bedingen, zeigen die im Kap. I. unter den Nummern 4, 8, 9, 30, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 44, 45, 54 und 55 angeführten Gesetze. Fortgesetzte Untersuchungen werden wahrscheinlich noch viele chemische Processe im Mineralreiche nachweisen, wobei diese Haloidsalze eine Rolle spielen.

Zwischen den Fluorüren und andern Mineralsubstanzen findet ein mannigfaches Spiel der Verwandtschaften statt, wie das Kap. XIX. zeigt.

Kapitel XVII.

Alkalische und erdige Chlorüre, Bromüre und Jodüre.

Sehr selten finden sich Mineral- oder Brunnenwasser, oder süfse Quellen, welche nicht wenigstens Spuren von Chlorüren, in den meisten Fällen Chlornatrium, zeigen.

Unter 38 von mir untersuchten süfsen Quellen, welche aus Feldsteinporphyr, Granit, Syenit, Trachyt, Dolerit und Basalt kommen, war nicht eine einzige, welche nicht durch salpetersaures Silberoxyd getrübt wurde. In den meisten derselben konnte die Gegenwart von Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlornatrium nachgewiesen werden (I. Aufl. Bd. I. S. 547 ff.). Unter allen leichtlöslichen Salzen kommt das Kochsalz in gröfster Menge vor. Im Steinsalz bildet es oft sehr mächtige Lager. Auch in sedimentären Formationen, die kein Steinsalz führen, finden sich fast immer wenigstens Spuren von Kochsalz. Der fast nie fehlende Gehalt dieses Salzes in Quellen kann daher nicht befremden. Es findet sich auch in Quellen, welche aus krystallinischen Gesteinen kommen, obgleich nicht behauptet werden kann, dafs solche Quellen stets darin und nicht in benachbarten sedimentären Gesteinen Ursprung nehmen (ebend. S. 457 ff.).

Nicht allein chlorürehaltige Quellen, welche aus krystallinischen Gebirgen kommen, zeigen die Gegenwart jener Salze in letzteren an; auch directe Untersuchungen weisen sie nach.

Unter den vulkanischen Gesteinen, welche Chlor oder Salzsäure enthalten, bemerken wir folgende:

Spallanzani[1]) fand Salzsäure im Bimssteine[2]) und

[1]) Breislak Lehrb. der Geologie. Bd. III. S. 57 u. 94.

[2]) Nach C. Gmelin (Gilbert's Ann. Bd. LXIV. S. 370) entwickelt sich aus dem Bimsstein schon vor der Weingeistlampe eine sehr saure Salzsäure haltende Flüssigkeit.

in Laven von der Insel *Lipari*, desgleichen in einigen Laven des *Vesuv*, des *Aetna*, des *Stromboli* und der Insel *Vulcano*[1]). Die Oberfläche der Lava, welche 1794 dem *Vesuv* entströmte, war einige Tage nach dem Ausbruche mit schönen Krystallen von Kochsalz und Salmiak bedeckt. Von Buch fand die Spalten im Krater des *Vesuv*, nach dessen Ausbruche, 1805, dick mit weifsem Salze bedeckt, welches Gay-Lussac als fast reines Kochsalz bestimmte. Monticelli und Covelli[2]) fanden in der Lava des *Vesuv* von 1822, 0,09 Kochsalz, und in den Schlacken, welche die weifsglühende Lava bedeckten, manchmal sehr schöne Kochsalzkrystalle. Ueberhaupt ist nach ihnen Kochsalz unter den Salzen in allen Producten der Ausbrüche dieses Vulkans das Vorherrschendste. Im Puzzolan vom *Vesuv* fanden Stengel und Reinhardt 2,56 bis 3,25 % Kochsalz und letzterer in vulkanischen Bomben von demselben Vulkan 1,60 % Kochsalz[3]). Im Jahr 1827 setzten zwei neu aufgebrochene Krater-Oeffnungen des *Vesuv* grofse Salz-Stalactiten ab[4]). Die im Jahr 1822 vom *Vesuv* in so ungeheurer Menge aus dem Krater ausgeworfenen Salzmassen, dafs die benachbarten Dörfer sich davon ihren Hausbedarf holten bis die Zollbehörden sie als Königliches Regal in Besitz nahmen, waren zwei verschiedenartige Substanzen: eine schön krystallisirte, weifse und reine, und eine rothe und viel härtere.

Nach einigen Ausbrüchen des *Hekla* fand man an demselben eine so bedeutende Menge Salz, dafs viele Pferde damit beladen werden konnten[5]). Berth sah verschiedene Theile der Oberfläche der Laven, welche der Vulkan der Insel *Bourbon* 1791 ausgeworfen hatte, vorzüglich aber die Spalten dieser Laven, mit krystallisirtem

[1]) Kennedy (Nicholson's Journ. Bd. IV. S. 407) fand in *Aetna*-Laven 1 % Salzsäure.

[2]) Der *Vesuv*, deutsch bearbeitet von Nöggerath und Pauls. Elberfeld 1824. S. 191.

[3]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 438 und 441.

[4]) Donati im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1833. S. 577.

[5]) Olafen und Povelsen Reise durch *Island*. Kopenhagen 1774. Bd. II. S. 136.

Kochsalze bedeckt. Ueber den Ursprung des Kochsalzes bei vulkanischen Ausbrüchen im nächsten Kapitel.

Vauquelin fand in einer porösen Steinart, woraus ein bedeutender Theil des *Puy-de-Sarcouy* in der Gebirgskette des *Puy-de-Dôme* besteht, 0,055 % Salzsäure [1]). Im Basalt fand Kennedy 0,01, Klaproth 0,001, ich 0,00085 % Salzsäure [2]). Im Trachyt-Conglomerat des *Siebengebirges*, in einem aus den Schlacken der *Falkenlei* bei *Bertrich* ausgewitterten Salze fand ich ebenfalls Chlor, desgleichen in einem aus Trafsfelsen im *Brohler* Thale sehr häufig auswitternden Salze. Wenn es mit Natrium verbunden als Kochsalz darin enthalten war, so betrug dieses 14,3 %. Im Trasse selbst, aus dem Innern eines Steinbruches entnommen, fand ich gleichfalls Chlorüre in nicht unbedeutender Menge.

Nach Abich [3]) enthält der Trachyt vom *Drachenfels* 0,45 % Wasser, Chlor u. s. w., die Lava des *Monte nuovo* 0,68 % Chlor, der Piperno von *Pianura* 0,15 % Chlor, die Lava des *Arso* auf *Ischia* 0,56 % Wasser und Chlor, das Gipfelgestein des *Chimboraço* 0,41 % Chlor (und Glühverlust). Desgleichen enthalten die Obsidiane und Bimssteine Chlor, das im Bimsstein von der Insel *Pantellaria* bis auf 0,7 % steigt. In den Trachyttuffen der *Campi Flegraei* und des *Pausilipp* finden sich Spuren von Salmiak. Ebenso in den basaltischen Tuffen der Insel *Vivara*. Das Gestein vom *Circus* des *Pic* von *Teneriffa* enthält 0,3 % Chlor.

Die meisten Prüfungen der Gesteine auf Kochsalz verdanken wir dem verstorbenen Struve [4]). In allen von ihm untersuchten Basalten, Klingsteinen u. s. w. aus *Böhmen*, sogar in einem Feldspath-Zwillingskrystall [5]) aus dem *Carls-*

[1]) Ann. du Museum. T VI. p. 98.

[2]) Das Vorkommen des Chlor in Basalt scheint indefs zu den Seltenheiten zu gehören. Plock (dritter Bericht der Oberhessischen Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde. S. 116) fand in sechs Basalten aus den Umgebungen von *Salzhausen* keine Spur davon.

[3]) Geolog. Beob. üb. d. vulk. Erscheinung. in Unter- und Mittel-Italien 1841.

[4]) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen. Heft II. S. 17 ff.

[5]) Ebenso fand Kersten (Neues Jahrb. für Mineral. 1845. S. 660)

bader Granit fand er kleine Antheile von Salzsäure und Schwefelsäure. Bei Behandlung dieser Gesteine mit kohlensaurem Wasser, unter einem Drucke von 1½ Atmosphären, bewirkte er eine (theilweise) Zersetzung der in ihnen enthaltenen Silicate von Natron, Kali u. s. w. So gelang es ihm, aus drei verschiedenen Basalten, drei verschiedenen Klingsteinen, aus Feldspathporphyr, aus Gneifs, aus Granit und aus Thonschiefer, neben anderen Salzen, mehr oder weniger merkliche Quantitäten Kochsalz auszuziehen. In dem Extracte aus Granit und Thonschiefer fand er neben Kochsalz auch Chlorkalium, und im Gneifs Chlorkalium ohne Chlornatrium.

Die Gegenwart von Kochsalz in krystallinischen Gesteinen zeigt sich auch in Efflorescenzen dieses Salzes. So efflorescirt es im Berge *Gohier* unfern *Nantes* aus Gneifs.

Der Granit, den Struve mit kohlensaurem Wasser behandelte, und der Chlornatrium und Chlorkalium lieferte, war von *Carlsbad*. Mögen auch die dortigen heifsen Quellen ihr Kochsalz nicht aus dem Granite ziehen, mögen sie es in die wahrscheinlich in diesem Gesteine befindliche Mineralwasser-Werkstätte anders woher führen: so genügt es, die Möglichkeit nachgewiesen zu haben, dafs dieses Salz vom Granit herrühren könne. Durch Behandlung des Klingstein von *Bilin* mit kohlensaurem Wasser, unter einem Drucke von fast drei Atmosphären, erhielt Struve[1]) ein dem *Biliner* Sauerbrunnen sehr ähnliches Wasser, und durch gleiche Behandlung des Porphyr vom Fufse des Schlofsberges bei *Teplitz* erhielt er ein dem Steinbade zu *Teplitz* eben so ähnliches Wasser. Man kann daher nicht anstehen, das Kochsalz in beiden Mineralwassern von diesen Gesteinen abzuleiten. In dem Porphyr von *Kreuznach* fand E. Schweizer[2]) Kochsalz nebst Chlorkalium, Chlorcalcium und Chlormagnesium, die sich mit Wasser ohne Mitwirkung von Kohlensäure auslaugen liefsen. Die quantitative Bestimmung des Chlor gab 0,1 %. Zwar entsprin-

Chlor in Feldspath-Zwillingskrystallen aus dem grobkörnigen Granit am *Muehlberg* und *Steinhau*.

[1]) A. a. O. S. 47.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LI. S. 287.

gen in der Nähe und aus dem Porphyr Salzquellen, der Ort aber, wovon das analysirte Gestein genommen wurde, ist ziemlich weit von den Quellen entfernt. Im Melaphyr, welcher den Keuper und Muschelkalk in *Franken* durchbricht, fand v. Bibra[1]) 1 % Chlornatrium.

Wenn durch Auslaugen krystallinischer Gebirgsarten Chlorüre erhalten werden: so müssen letztere in den Mineralien, welche erstere zusammensetzen, selbst nachzuweisen sein. Man findet auch in vielen Mineralien Chlor: so im Lithionglimmer, Apatit, Eudialyt, Pyrosmalith, Sodalith, in der Hornblende, im Eläolith, Nephelin, Ittnerit, Antrimolith, Erinit, Nosean, Hauyn, Lasurstein, Davyn, Bautil, Porzellanspath u. s. w. Die Menge des Chlor steigt im Sodalith bis auf 6,75 %.

Nur in seltenen Fällen ist nachgewiesen, dafs das Chlor an Natrium gebunden sei. Nach Scherer[2]) kann es durch Erhitzen des Eläolith und Nephelin bis zum Glühen nicht verflüchtigt werden; es scheint daher nicht an Magnesium gebunden, vorhanden zu sein. Da es auch durch Kochen mit Wasser nicht aus dem feinen Mineralpulver extrahirt werden kann: so schliefst er, dafs es eine wesentliche mineralische Verbindung bilde, vielleicht eine geringe Menge Kieselsäure ersetze. Auf der andern Seite scheint aber auch aus dem Sodalith kein Chlorür durch Wasser extrahirt werden zu können, obwohl es darin unbezweifelt als Chlornatrium enthalten ist.

Struve[3]) erhielt aus dem *Saidschitzer* Mergel, der wahrscheinlich ein Gemenge aus verwittertem Basalte, Quarzsand und kohlensaurem Kalk ist, und aus dem *Püllnaer* Lehm, von dem er vermuthet, dafs er aus verwittertem Basalte und Klingsteine entstanden sei, durch Auslaugen Chlormagnesium. Wir können jedoch daraus nicht auf die ursprüngliche Existenz dieses Chlorür im Basalte und im Klingsteine schliefsen, da zu den Producten der Verwitterung Stoffe von anderen Orten her gekommen sein können.

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXVI. S. 29.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXXIX. S. 370.

[3]) A. a. O. S. 28.

Ob das Chlor an Natrium oder an ein Erdenmetall (Magnesium, Calcium) gebunden vorkommt, ist für den Procefs der Bildung der Mineralquellen, welche in krystallinischen Gebirgsarten entspringen, ganz einerlei. In diesen Mineralwassern fehlt nie kohlensaures Natron. Ist daher Chlor nicht an Natrium, sondern an ein Erdenmetall gebunden extrahirt worden: so wird dieses Chlorür, etwa Chlormagnesium, durch kohlensaures Natron stets in Kochsalz und kohlensaure Magnesia (Magnesia alba) zersetzt. Dafs wir in den genannten Mineralwassern nie ein anderes Chlorür als Kochsalz finden, berechtigt also nicht zu dem Schlusse, dafs nur dieses Chlorür in den krystallinischen Gesteinen vorhanden sein könne.

Zerfliefsliche Chlorüre, Chlorcalcium, Chlormagnesium, können im festen Zustande nirgends vorkommen.

Da schon Chlor in so geringen Quantitäten in krystallischen Gebirgsarten vorkommt: so ist zu erwarten, dafs Brom und Jod, wenn dieselben auch hier in Gesellschaft mit jenem sich finden, in solch unbedeutenden Verhältnissen gegenwärtig sein werden, dafs man schwerlich jemals im Stande sein wird, sie nachzuweisen[1]). Da wir indefs Brom und Jod wirklich im Mineralreiche, auf Quarzgängen und Adern im Thonschiefer in *Mexico* und zu *Huelgoat* in der *Bretagne*, gefunden haben, und wo sie in Verbindung mit Silber vorkommen, von Chlorsilber begleitet werden: so ist zu erwarten, dafs sie auch in jenen krystallinischen Gesteinen in Gesellschaft sich finden werden[2]).

[1]) Nehmen wir an, dafs die Bromüre und Jodüre in Gesteinen in denselben Verhältnissen wie in Quellwassern vorkommen: so können die erstern $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{1500}$ und noch weniger von den Chlorüren betragen. Solche Quantitäten von Bromüren und Jodüren können in Gesteinen unmöglich mehr nachgewiesen werden, wenn die Chlorüre selbst nur Tausendtel oder gar nur Zehntausendtel ausmachen.

[2]) Ob auch das Jodquecksilber zu *La Loma del Encinal* in *Mexico* eine entsprechende Chlorverbindung zum Begleiter hat, ist nicht bekannt, da es nicht in Gängen, sondern in Quarz-Rollstücken vorkommt, welche einem mit Thonmergel wechselnden Conglomerate und wahrscheinlich dem tertiären Gebiete angehören.

Es verdient als eine auffallende Erscheinung angeführt zu werden, dafs Brüel (Karsten's und v. Dechen's Archiv Bd. XVIII. S. 505) in alten Münzen Chlorsilber und Bromsilber fand, am meisten

Dafür spricht auch, dafs in den Mineralquellen, in welchen sich Brom und Jod findet, immer auch Chlor, und zwar stets in viel gröfserer Menge, als jene, vorkommt.

Cantu[1]) fand in allen Mineralwassern, welche Chlorüre und Jodüre enthalten, auch entsprechende Bromüre. Nach seinen weiteren Untersuchungen glaubt er die allgemeine Regel feststellen zu können, dafs überall Bromüre und Jodüre neben Chlorüren auftreten. Interessant ist es, dafs er Jod auch in Mineralquellen fand, welche am Fufse der *piemontesischen* Alpen in primitiven Formationen entspringen[2]). Die jodhaltigen Salzsoolen in den *Andes* kommen, nach Boussingault[3]), aus den ältesten Gebirgsgesteinen, wie aus den neuesten Schichten, und er betrachtet sie als das Resultat der Auswaschung krystallinischer Gesteine, welche diese gigantischen Gebirge zusammensetzen. Auch in der Mutterlauge, welche von der Darstellung des *Carlsbader* Salzes übrig bleibt, fanden Nentwich und Pleischl sehr geringe Quantitäten Jod[4]). Sigwart[5]) fand in den Schwefelwassern von *Sebastiansweiler, Boll, Reutlingen* in *Württemberg* Jod und in dem von *Balingen* in gröfserer Menge als in den Salzsoolen. Da diese Quellen aus dem an zerstörten Organismen reichen bituminösen Schiefern der Liasformation kommen: so prüfte er diesen Schiefer und fand auch darin Jod.

In den Mineralwassern scheint Brom meist als Brommagnesium und Jod meist als Jodnatrium vorzukommen.

in griechischen Münzen und in sächsischen vom 13. Jahrhundert, aber auch in römischen. Es scheint, dafs dieselben nicht ursprünglich darin enthalten waren, sondern von aufsen hinzugekommen sind. Jedenfalls spricht auch diese Erscheinung dafür, dafs die beiden Salzbilder, Chlor und Brom, stets in Gemeinschaft vorkommen.

[1]) L'Institut No. 587. 1845.

[2]) Es ist bemerkenswerth, dafs Cantu Brom und Jod auch sehr häufig in Organismen fand, welche in fliefsenden und stagnirenden Wassern und in Gegenden weit entfernt vom Meere leben. Sie kommen in denselben Verbindungen wie Chlor vor, mit dem sie fast immer gemeinschaftlich erscheinen. L'Institut No. 611. 1845.

[3]) Ann. de chim. et de phys. T. LIV. p. 163.

[4]) Journ. für pract. Chem. Bd. V. S. 40.

[5]) Württembergische naturwissenschaftliche Jahreshefte. Jahrgang XIX. S. 43.

Kapitel XVIII.

Das Steinsalz.

Steinsalz kommt in allen sedimentären Gesteinen vom Uebergangsgebirge bis zu den tertiären Formationen[1]) und in der Regel in Begleitung mit Gyps, besonders mit Anhydrit vor.

Geologen vom ersten Range aus der plutonischen Schule haben das Steinsalz in manchen seiner Fundorte als eine in Spalten aufgestiegene Masse betrachtet. Das Vorkommen desselben bei *Bex* schien sehr zu Gunsten dieser Ansicht zu sprechen. Eine Spalte im Anhydrit, 30 bis 40 Fufs mächtig, parallel den ziemlich senkrecht fallenden Schichten, ist von Bruchstücken von Anhydrit, dichtem Kieselkalk und vielem Anhydritsand ausgefüllt. Alles dieses ist durch Steinsalz in eine sehr feste Masse, die gar keine Drusen enthält, zusammengekittet. Das Salz ist oft von grofser Reinheit und Durchsichtigkeit und völlig wasserfrei. Beim Sieden gibt es fast gar keine Mutterlauge. Nur durch Annahme einer Sublimation von Natrium und Chlor soll sich das Vorkommen dieses Salzes erklären lassen[2]).

v. Charpentier nennt dieses Vorkommen eine Salzstein-Schicht oder richtiger einen Salzstein-Gang. Was hindert aber anzunehmen, dieses Steinsalz sei ursprüng-

[1]) *Rufsland* bietet ausgezeichnete Beispiele für das Vorkommen des Steinsalzes in allen sedimentären Formationen dar. Murchison u. s. w. The Geology of Russia. Vol. I. p. 145. Abich (Festrede 1843. S. 21) führt an, dafs unmittelbar am nördlichen Fufse des erloschenen Vulkan *Takal Tau* im Hochlande *Armeniens* eine von Gyps-, Thon- und Mergelbänken durchsetzte, oft völlig reine und weifse Steinsalzmasse mit Abstürzen von 400 bis 500 Fufs Höhe vorkommt. Die von Abich daran geknüpften vulkanischen Betrachtungen will ich unerwähnt lassen.

[2]) v. Charpentier in Poggendorff's Ann. Bd. III. S. 75.

lich eben so horizontal gelegen, wie die übrigen Schichten des Gebirges, und mit diesen aufgerichtet worden? Die feste Beschaffenheit der ganzen Masse und die Abwesenheit von Drusen dürften sich aus dem Drucke bei dieser Aufrichtung erklären. Die grofse Reinheit und Durchsichtigkeit dieses Salzes ist eben so wenig ein Beweis für seine Bildung durch Sublimation, da, wie wir sehen werden, alles Steinsalz sehr rein ist. Was den wasserfreien Zustand des Steinsalzes von *Bex* betrifft, so ist bekannt, dafs das meiste, unbezweifelt auf nassem Wege entstandene Steinsalz beim Erhitzen nicht knistert, also kein mechanisch eingeschlossenes Wasser enthält. Mit Entfernung der Mutterlauge durch den Druck der aufgelagerten Schichten ist auch das Wasser ausgequetscht worden.

Was die vorausgesetzte Sublimation des Kochsalzes betrifft, so ist zu bemerken, dafs die Verdampfungs-Hitze des Kochsalzes sehr hoch ist. Die Oefen, in welchen das Steingut mittelst Kochsalz glasirt wird, müssen bis zur Weifsglühhitze erhitzt werden, um das Kochsalz zu verflüchtigen. Was geschieht aber hier? — Die Thonmasse der Geschirre und das Kochsalz zersetzen sich; die Oberfläche wird verglast, Salzsäure und Chloreisen verflüchtigen sich. Hätte nicht zu *Bex* dasselbe stattfinden müssen? — Die ungeheure Menge des sublimirenden Kochsalzes hätte die Seitenwände der Spalte und die darin befindlichen Bruchstücke von Anhydrit bis zur Verdampfungshitze des Kochsalzes erhitzen müssen. Die Seitenwände, die Bruchstücke und besonders der Kieselkalk hätten auf ihrer Oberfläche eine Verglasung zeigen müssen. An höheren Stellen des Gesteins hätten sich in Folge der entweichenden Salzsäure Zersetzungen und Sublimate von Chloreisen zeigen müssen. Von allen diesen Erscheinungen berichtet aber v. Charpentier nichts. Die supponirte Sublimation des Kochsalzes in jener sogenannten Spalte ist daher eine unhaltbare Hypothese.

Wir müssen sogar bezweifeln, dafs sich das fast reine Kochsalz, womit Leop. v. Buch und Gay-Lussac (S. 5) im Jahre 1805 die Spalten im Krater des *Vesuv* dick bedeckt fanden, und aus denen heifse Dämpfe aufstiegen, wirklich als solches sublimirt hatte.

Exhalationen von Salzsäuregas aus dem *Vesuv* finden statt. Nach Monticelli und Covelli[1]) entwickelte es sich in allen Epochen der Eruptionen des *Vesuv* im October 1822. Es bildet sich, wenn unter Zutritt von Wasserdämpfen Kochsalz und Sand bis zum Glühen, oder wenn Chlormagnesium mit denselben nur mäfsig erhitzt wird. Diese Salze sind im Meerwasser enthalten und können daher leicht mit demselben in den Heerd des Vulkan dringen. Die Laven enthalten Kali- und Natronsilicate; kommt Salzsäure mit ihnen in Berührung: so bilden sich Chlorkalium und Chlornatrium, welche durch Efflorescenz auf die Oberfläche kommen. Ob das von Gay-Lussac untersuchte Salz frei von Chlorkalium war, ist nicht bekannt. Das im Jahr 1822 in ungeheurer Menge vom *Vesuv* ausgeworfene Salz wurde von Laugier (I)[2]), das auf Lava befindliche von der Eruption am 5. Febr. 1850 wurde von mir analysirt (II). Scacchi fand im *Vesuv* unter den Bildungen der Gasexhalationen von 1850 ein Salz von der Zusammensetzung III[3]).

	I.	II.	III.
Chlornatrium	62,9	46,16	62,45
Chlorkalium	10,5	53,84	37,55
Schwefelsaurer Kalk . . .	0,5	—	—
Schwefelsaures Natron . .	1,2	Spur	—
Kieselsäure	11,5	—	—
Eisenoxyd	4,3	—	—
Thonerde	3,5	—	—
Kalkerde	1,3	—	—
Wasser und Verlust . . .	3,7	—	—
	99,4	100,00 [4])	100,00

Solche an Chlorkalium so reiche Massen können weder vom Meerwasser[5]), noch von Steinsalz, noch von irgend

[1]) Der *Vesuv*. Deutsche Uebersetzung S. 172.

[2]) Poggendorff's Ann. a. a. O. S. 79.

[3]) Ann. des mines (4) T. XVII. p. 323.

[4]) Beim Austrocknen in der Siedhitze gab dieses Salz, welches eine meist unkrystallinische Masse bildete, sehr viel Wasser. Beim nachherigen Glühen zeigte sich nur ein Gewichtsverlust von 0,13 %, wobei sich ein Salz, wahrscheinlich Salmiak, sublimirte. Kalkerde, Magnesia und Eisenoxyd fehlten gänzlich.

[5]) Im Meerwasser ist die Menge des Chlorkalium durchschnittlich nur $\frac{1}{20}$ von der des Chlornatrium.

einem bekannten Vorkommen des Kochsalzes herrühren. Das Salz I konnte aber sehr wohl von salzsauren Dämpfen, welche Lava zersetzt hatten, erzeugt worden sein. Es ist gewifs nicht als ein Sublimat, sondern wie die Rapilli, vulkanische Asche u. s. w., mechanisch ausgeschleudert worden, wofür auch die beigemengten feuerbeständigen Gemengtheile sprechen. Ob das Salz II auf die Weise entstanden ist, müssen wir dahin gestellt lassen; das Salz III scheint aber durch Exhalationen von Salzsäuregas gebildet worden zu sein.

A. Müller[1]) fand auf einer porösen Lava vom *Vesuv* eine schneeweifse krystallinische Kruste, welche aus fast reinem Chlorkalium mit nur Spuren von Chlornatrium bestand. Er ist der Meinung, dafs die obigen Salze (I—III) Uebergänge zu dem reinen von ihm untersuchten Salze darbieten. Da nach seiner Ermittelung Chlorkalium flüchtiger ist als Chlornatrium: so möchte, wenn beide zusammen vorkommen, und starke Hitze auf sie einwirkt, eine Trennung beider erfolgen. Sollte aber nicht vielleicht aus Lava, auf welche salzsaure Dämpfe nur bis zur theilweisen Zersetzung einwirken, blos Kali, zu welchen sie eine stärkere Verwandtschaft als zum Natron haben, extrahirt werden?

Die Hypothese der eruptiven Bildung des Steinsalzes schien seit längerer Zeit in den Hintergrund getreten zu sein; in den letzten Jahren trat sie aber mit neuer Keckheit wieder auf[2]).

[1]) Verhandl. d. naturf. Ges. in *Basel*. Heft I. S. 113 ff.

[2]) C. J. B. Karsten in dessen Archiv Bd. XXII. S. 554. — Zeuschner (Naturwissenschaftliche Abhandlungen von Haidinger Bd. III. S. 171) hält das tertiäre Steinsalz am nördlichen Abhange der *Karpathen* für einen Niederschlag aus dem Meere, dagegen soll das der *Salzburger* Alpen in Stöcken oder in Gängen im rothen Marmor auftreten und begleitet sein von Schlammausbrüchen, welche aus Mergelthon, Chlornatrium und Anhydrit bestanden haben. In diesen Gebilden kommen nicht die organischen Reste in den *Karpathen* vor.

Das Steinsalz von *Wieliczka* und das der *Salzburger* Alpen sind sich chemisch so identisch und von dem oben angeführten Salze, welches vom *Vesuv* ausgeworfen und auf dessen Laven gefunden wurde, so verschieden, dafs es in der That ein grofses Wagestück ist, das Gleichartige einem verschiedenen und das Ungleichartige

Nicol fand im Steinsalz von *Cheshire* viele sehr kleine unregelmäfsige Höhlungen, welche mit einer Flüssigkeit gefüllt waren, und einige von ihnen enthielten auch ein Luftbläschen [1]). Die Flüssigkeit erschien als eine concentrirte Lösung von Chlormagnesium mit etwas Chlorcalcium [2]).

Meist ist das Steinsalz frei von organischen Ueberresten. Marcel de Serres und Joly haben jedoch im rothen Steinsalze von *Cardona* Reste von Infusorien gefunden, von denen sie sogar seine rothe oder grüne Farbe abzuleiten geneigt sind [3]). Rendschmidt [4]) entdeckte im Steinsalze von *Wieliczka* viele kleine braune Käfer, Philippi wies in ihm Polythalamien, Muscheln und Schnecken nach. Göppert und Unger [5]) fanden darin fossile vegetabilische Ueberreste, die in einer gesättigten Kochsalzlösung in Braunkohle umgewandelt wurden. In dem dortigen Salzthon sind Ueberreste von Conchylien schon längst bekannt, und neuer-

einem gleichen Ursprung zuschreiben zu wollen. Noch nie hat man in einem Steinsalze andere Bestandtheile als im Meerwasser gefunden; von chemischer Seite ist daher der Ansicht, dafs alles Steinsalz ein Absatz aus demselben sei, nicht das Mindeste entgegen zu setzen. Um so wahrscheinlicher wird diese Ansicht, wenn man sieht, dafs das Salz, welches wirklich ein Product einer vulkanischen Thätigkeit ist, in seiner Zusammensetzung so ganz verschieden ist von demjenigen, von welchem man dieselbe Entstehung träumt. Will man salzhaltige Lager für Schlammausbrüche halten, so könnte man, wenn es beliebt, jeden Absatz der Flüsse gleichfalls für einen solchen halten. Aus solchen Fictionen kann die Wissenschaft keinen Nutzen ziehen. Niemand kann erwarten, in einer secundären Formation dieselben organischen Reste wie in einer tertiären zu finden. Organische Ueberreste in einem Gesteine sind gewifs unzweifelhafte Kennzeichen seines sedimentären Ursprungs; wie vielen Gesteinen müfste man aber diesen Ursprung absprechen, wenn in denselben keine organischen Ueberreste angetroffen werden?

[1]) Diese Steinsalzlager finden sich im Sandstein und rothen Mergel. Lyell Princ. p. 249. Flüssigkeiten und Luftbläschen sind ebenso entschiedene Kennzeichen sedimentärer Bildungen, als organische Ueberreste.

[2]) Edinb. new philos. Journ. Vol. VII. p. 111.

[3]) Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1841. S. 263 und l'Institut 1842. p. 267.

[4]) Jahrbuch für Mineralogie. 1839. S. 630.

[5]) Ebend. 1853. S. 382.

dings entdeckte Reufs darin über 150 Species von Polythalamien[1]). Im Salzthon von *Cardona* fand Marcel de Serres und in dem aus den Alpen fand Schafhäutl Infusorien[2]). Dafs kleine Thierchen den Salzquellen eigenthümlich sind, ist bekannt. Murchison[3]) fand Myriaden von solchen Thierchen in munterer Bewegung in einem natürlichen Salzpfuhl, der mit Salz so geschwängert war, dafs der menschliche Körper nur schwierig darin untersank. Die so häufig bituminöse Beschaffenheit des Steinsalzes und Salzthons scheint von Steinöl herzurühren. Fossiles Holz hat man im Steinsalz von *Ischl* und von *Ilezkaja Saschtschita* in *Algerien* gefunden.

Kann nach diesen Thatsachen noch an eine plutonische Bildung des Steinsalzes gedacht werden? — Wie wäre eine solche Bildung möglich, wenn es, wie im Salzthon, mit einer sedimentären Bildung in innigem Gemenge vorkommt? Das so genannte Knistersalz von *Wieliczka*, welches beim Erhitzen und beim Auflösen im Wasser decrepitirt, verdankt diese Eigenschaft einem Gehalte stark comprimirten Kohlenwasserstoffgases (S. 743). Könnte sich dieses Gas, könnte sich Bitumen, könnten sich noch deutlich erkennbare organische Ueberreste darin erhalten haben, wenn es als eruptive Masse oder als Sublimat aufgestiegen wäre?[4]).

Keine Vermuthung liegt näher, als dafs das Steinsalz ein unmittelbarer Absatz aus dem Meerwasser sei, dessen Hauptbestandtheil Chlornatrium ist[5]). Schafhäutl weist

[1]) Jahrb. für Mineral. 1843. S. 568 und Sitzungsberichte der Wiener Acad. Bd. II. 1848. S. 173.

[2]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LI. 1844. S. 261.

[3]) The Geology of Russia. Vol. I. p. 185.

[4]) Ohne Schwierigkeit ist dagegen zu denken, dafs das aus einer wässerigen Auflösung krystallisirende Steinsalz Kohlenwasserstoffgas aufnehmen konnte, wenn der umgebende Raum damit erfüllt war. Das Vorkommen dieses Gases in Steinsalzgruben und Soolschächten ist keineswegs eine Seltenheit. Gleichwohl bleibt die Aufnahme dieses brennbaren Gases vom krystallisirenden Steinsalze eine merkwürdige Erscheinung, welche sich wahrscheinlich der bedeutenden Absorption der Gase durch Kohle u. s. w. anreiht.

[5]) Hinsichtlich der von v. Alberti aufgestellten unhaltbaren Hypothese über die Bildung des Steinsalzes verweisen wir auf die I. Aufl. Bd. II. S. 1673.

nach, dafs die im Salzgebirge so häufige Verrückung und Zerstückelung der Salz- und Gyps-Absätze durch ihre spätere Wiederauflösung, und namentlich des leichtlöslichen Kochsalzes, bewirkt worden sei.

Wo wasserdichte Schichten Gesteinslager bedecken oder Zwischenlager bilden, da bietet sich den Gewässern selten Gelegenheit, in die steinsalzführenden Schichten selbst einzudringen und gesättigte Soolen zu geben. Dafs dies sehr häufig der Fall ist, geht daraus hervor, dafs gesättigte Soolen sehr seltene Erscheinungen sind.

Das Salzlager zu *Wieliczka* besteht aus Schichten und mächtigen Klumpen von Salz, die durch Thon, Mergel und Anhydrit getrennt sind [1]).

In *Berchtesgaden* und in *Dürrenberg* bei *Hallein* scheint das Steinsalz wenig oder gar nicht von Gewässern weggewaschen worden zu sein; denn an jenem Orte führt das Salzgebirge kein Wasser [2]). In *Dürrenberg* ziehen sich die Tagewasser nicht oder doch nur sehr wenig in tiefere Regionen [3]). Im Salzberge zu *Hall* in *Tyrol* dringen die Tagewasser blos durch Klüfte und durch Gesteins-Absonderungen in das Salzgebirge [4]).

An Orten, wo seit langen Zeiten schwache Soolen oder wenigstens solche, welche weit von ihrem Sättigungspunkte abstehen, benutzt wurden, und wo man später Steinsalzlager erbohrte, da kann man mit Sicherheit schliefsen, dafs die Tagewasser in die eigentlichen Salzlager nicht dringen, sondern, dafs sie ihren Salzgehalt blos aus den diese Lager bedeckenden Schichten extrahiren. Vgl. I. Aufl. Bd. I. S. 166 u. S. 175 ff.

Wenn aber auch Gewässer bis zum Salzthone eines Salzlagers dringen, so können sie sich, nach den Erfahrungen in Sinkwerken, doch nicht mit Salz sättigen. Gewässer, die in Salzthon geleitet werden, lösen von der Sohle fast nichts, an den Wänden verhältnifsmäfsig wenig, an der Decke

[1]) Zeuschner in v. Leonhard und Bronn neues Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1844. Heft V. S. 527.

[2]) Karsten metallurg. Reise u. s. w. 1821. S. 81.

[3]) v. Moll's Jahrb. der Berg- und Hüttenkunde. Bd. I. S. 208.

[4]) Kopf im Archiv für Mineral. u. s. w. von Karsten und v. Dechen. Bd. XV. S. 645.

aber am meisten auf. Im letzteren Falle sinken nämlich nicht blos die unauflöslichen Thontheilchen zu Boden, wodurch sich immer frische Auflösungsflächen darbieten; sondern es sinkt auch die specifisch schwerere Salzlösung durch das leichtere Wasser, und letzteres kommt immer wieder zum Angriffe. Es ist die bekannte Erscheinung in den Laboratorien, dafs Salze, im Wasser liegend, viel länger zur Auflösung brauchen, als wenn sie nahe unter der Oberfläche der Flüssigkeit sich befinden.

Kann aber mit Bestimmtheit angenommen werden, dafs die jetzt bestehenden Verhältnisse seit der Bildung der genannten Salzniederlagen immerfort dieselben geblieben seien? Hebungen und Senkungen, und als Folge davon Aufrichtung der Schichten, haben im Alpengebirge in einem sehr grofsartigen Maafsstabe stattgefunden. Salzlager, welche von wasserdichten Schichten bedeckt waren, konnten daher in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage den Gewässern ganz unzugänglich gewesen sein, denselben aber später, wenn durch ihre Aufrichtung die wasserdichte Decke an irgend einer Stelle auseinanderrifs, zugänglich geworden sein. Selbst wenn diese Decke nicht alterirt worden wäre: so konnte es doch geschehen, dafs zwischen den geneigten Schichten eine Circulation der Gewässer eintrat, welche während ihrer horizontalen Lage nicht stattfand; denn der unterirdische Lauf der Quellwasser zeigt ja diese Verhältnisse ganz deutlich. Fanden die Hebungen und Senkungen statt, als die sedimentären Gesteine noch unter dem Meere sich befanden: so war es das Meerwasser, welches die Wiederauflösung des früher abgesetzten Steinsalzes bewirkte. Dies konnte um so leichter geschehen, wenn die Hebungen schnell und mit Erdbeben begleitet erfolgten (obgleich gewifs nur sehr selten); denn in diesem Falle gingen im Meerwasser heftige Bewegungen von Statten, wodurch weniger oder gar nicht concentrirtes Meerwasser von fernen Orten herbeigeführt und so die Wiederauflösung des Steinsalzes begünstigt werden konnte. Später konnten aber die den Gewässern zugänglich gewordenen Stellen des Salzthon durch mechanische Sedimente wieder verstopft und dadurch das rückständige Salz, nach der Erhebung des Gebirges über das Meer, bis zur Jetztzeit con-

servirt worden sein. Der Salzthon selbst konnte, wenn die Gewässer aus seinen oberen Lagern die salzigen Theile extrahirt hatten, Material zu neuen wasserdichten Bildungen geliefert haben, wie sich dieses in den Sinkwerken zeigt. (I. Aufl. Bd. I. S. 158.)

Dafs in den Salzgebirgen auch nach dieser Erhebung noch Wegwaschungen des Steinsalzes stattgefunden haben und noch stattfinden, zeigen die reichen Salzsoolen. Diese entziehen noch fortwährend bedeutende Quantitäten Salz dem Salzgebirge, wodurch Höhlungen entstehen, die, unter ihrer Last zusammenbrechend, die Zertrümmerung und Verrückung der das Steinsalz bedeckenden Schichten veranlassen.

Alles dieses sind auf chemische und physikalische Gesetze gegründete Möglichkeiten. Damit müssen wir jetzt, nach dem dermaligen Standpunkte der Wissenschaft, zufrieden sein.

Weitere Beweise für die Bildung des Steinsalzes aus dem Meerwasser, wenn sie noch nöthig sein sollten, liefern die nachstehenden Analysen von Steinsalzen.

	I.	I a.	II.	III.	IV.	V.
Chlornatrium	100	99,975	99,85	99,928	99,43	98,14
Chlorkalium	—	Spur	— [1])	—	—	Spur
Chlorcalcium	—	—	Spur	—	0,25	—
Schwefelsaure Magnesia	—	0,025	—	—	—	—
Chlormagnesium . . .	Spur	—	0,15	0,072	0,12	—
Schwefelsaurer Kalk . .	—	—	—	—	0,20	1,86
	100	100,000	100,00	100,000	100,00	100,00

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Chlornatrium	99,63	99,97	98,36	98,81	99,30
Chlorcalcium	0,09	—	—	0,02	—
Chlormagnesium . . .	0,28	—	—	—	—
Schwefelsaurer Kalk .	—	0,02	0,55	0,11	0,50
Schwefelsaures Natron	—	—	0,03	—	—
Kohlensaurer Kalk . .	—	—	0,52	0,16	—
Kohlensaure Magnesia .	—	—	0,13	0,15	—
Thon und Eisenoxyd .	—	0,01	0,53	0,80	0,20
	100,00	100,00	100,12	100,05	100,00

[1]) Vogel fand indefs in diesem Steinsalz, so wie in dem von *Hallein* und von *Hall* in *Tyrol* Spuren von Chlorkalium. In dem

	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
Chlornatrium	97,0	98,89	98,53	72,16	99,55
Chlorcalcium	—	—	0,93	1,65	Spur
Chlormagnesium . . .	—	1,11	0,54	5,57	—
Schwefelsaurer Kalk .	3,0	—	—	10,72	—
Schwefelsaure Magnesia	—	—	—	2,06	—
Kohlensaurer Kalk . .	—	—	—	3,71	—
Kohlensaure Magnesia .	—	—	—	2,89	0,45
Thon und Eisenoxyd .	—	—	—	1,24	—
	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00

	XVI.	XVII.	XVIII.	XIX.	XX.
Chlornatrium	94,57	25,09	94,15	86,13	90,30
Chlormagnesium . . .	0,97	—	1,56	5,02	—
Schwefelsaurer Kalk .	0,89	1,23	1,93	7,04	0,50
Schwefelsaure Magnesia	—	42,07	—	—	9,02
Schwefelsaures Natron .	—	1,57	0,82	—	—
Thonerde und Eisenoxyd	1,12	0,46	—	—	0,20
Rückstand	2,23	1,37	—	—	—
Wasser	0,22	28,21	1,54	3,03	—
	100,00	100,00	100,00	101,22	100,02

I. von *Wieliczka,* weifse Varietät, gab beim Austrocknen wenig Wasser[1]);

I. *a.* krystallinisches Steinsalz aus 245—252 Fufs Tiefe eines zwischen *Stetten* und *Haigerloch* in *Hohenzollern-Hechingen* 1853 niedergestossenen Bohrloches;

letzteren so wie im Kochsalz mehrerer Salinen fand er auch Salmiak. Gilbert's Ann. Bd. LXIV. S. 160 und Journ. für pract. Chemie Bd. II. S. 294.

[1]) Die Gewässer, welche in die Steinsalzgruben zu *Wieliczka* dringen und Steinsalz auflösen, werden bekanntlich herausgepumpt und fliefsen unbenutzt in die *Weichsel.* Nach einer von J. N. Hrdina (Geschichte der *Wieliczkaer* Saline 1842) mitgetheilten Analyse ist ihr Salzgehalt zusammengesetzt aus 97,95 Chlornatrium 0,54 Chlormagnesium, 0,20 schwefelsauren Kalk, 0,62 schwefelsaurer Magnesia, 0,08 Eisenoxyd und 0,62 harzigem Extractivstoff. So rein kann diese Salzlösung nicht sein, wie das zur obigen Analyse genommene Steinsalz, da dieses von einem für Mineralien-Sammlungen bestimmten, mithin ausgesuchten Exemplar herrührte. Die Zusammensetzung dieser Lösung zeigt übrigens gleichfalls die durchschnittlich grofse Reinheit des Steinsalzes von *Wieliczka.* Jene Bemerkung bezieht sich auch auf die anderen von mir analysirten Steinsalzproben.

II. von *Berchtesgaden*, faseriges;

III. desgleichen, gelbe Varietät;

IV. von *Hall* in *Tyrol*;

V. Knistersalz von *Hallstadt* in *Oesterreich*. Beim Zerreiben in einer Schale und beim Auflösen im Wasser knisterte es, unter Entwicklung vieler Gasbläschen. Die letztere Eigenschaft theilte es vollkommen mit dem bekannten Knistersalz von *Wieliczka*. Beim Austrocknen gab es viel Wasser.

VI. von *Schwäbisch-Hall*[1]);

VII. VIII. und IX. von *Wilhelmsglück* bei *Schwäbisch-Hall*, nach Fehling[2]). VII. reines Steinsalz, VIII. und IX. unreines;

X. von *Vic* nach Berthier[3]);

XI. von *Djebel Melah* in *Algerien*, nach Abzug von 6,6 Kieselsäure und 0,4 Wasser;

XII. XIII. und XIV. von *Ouled Kebbab* in *Algerien*, nach Abzug von Kieselsäure und Wasser. XII. und XIII. faseriges, XIV. unreines, nach Fournet[4]);

XV. von *Holston* in *Virginien*, nach C. B. Hayden[5]);

XVI. und XVII. Steinsalz-Stückchen, welche sich im Bohrmehle des Bohrloches in *Stafsfurth* in *Thüringen* fanden, nach Heine[6]);

XVIII. und XIX. desgleichen, nach Grund[7]);

XX. desgleichen (so genannter Martinsit) nach drei übereinstimmenden Analysen. Beim Auflösen im Wasser blieb ein Rückstand, der aus Gyps und gröfstentheils aus Boracit bestand. Der Martinsit gibt beim Reiben einen bituminösen Geruch[8]) und löst sich mit sehr schwachem Knistern im Wasser auf[9]).

[1]) I. bis VI. nach meinen Analysen. Diese Proben, welche ich der Güte des Dr. Krantz verdanke, wurden in der Siedhitze des Wassers getrocknet und lösten sich ohne Rückstand im Wasser auf.

[2]) Württembergische naturwissenschaftl. Jahreshefte. Bd. IV. S. 36.

[3]) Annales des mines. 1825. T. X. p. 259.

[4]) Ebend. 1846. IV. Ser. T. IX. p. 546.

[5]) The americ. Journ. of sc. 1843. T. XLIV. p. 179.

[6]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 365 u. 366.

[7]) Ebend.

[8]) Monatsberichte der Berliner Acad. 1847. Januar.

[9]) Bis Mitte December 1846 hatte man 154½ Fufs im Steinsalz

Joss[1]) fand im *Ungarischen* Steinsalz Brom. Nach O. Henry[2]) soll fast alles Steinsalz Jod enthalten. Schwefelsaure Magnesia, schwefelsaures Natron, Blödit, Löwit, Glauberit, Polyhalit, Flufsspath, Apatit und Boracit sind in seltenen Fällen Begleiter des Steinsalzes und des Gyps.

Das Steinsalz I bis XIII und XV zeichnet sich durch eine vorzügliche Reinheit aus[3]); XIV und XVI bis XX sind dagegen mehr oder weniger unrein.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage sind noch viele Analysen von Steinsalz angestellt worden, und von diesen 14 in den Jahresberichten von 1856 bis 1860 angeführt. Sie geben nichts Neues; es steht also fest, dafs das Steinsalz zu den reinsten Salzen gehört, welche die Natur uns liefert. Das Steinsalz aus dem Schacht bei *Friedrichshall* in *Württemberg* enthält nach Fehling (nach einer Analyse von Kinzelbach) 100 % Chlornatrium. In demselben Schacht finden wir aber ein unreines Steinsalz, welches nur 91,3 % Chlornatrium enthält. Zwischen diese beiden Extreme fällt dieser Gehalt in den sämmtlichen 14 Analysen.

Schrötter und Pohl[4]) analysirten zwei im Handel vorkommende Sorten Meersalz, I aus dem Salzgarten von *St. Felice* bei *Venedig*, II aus dem von *Trapani* in *Sicilien*. Beide liefsen nach der Lösung im Wasser einen Rück-

gebohrt; der Gehalt an Bittersalz und besonders die erdigen Beimengungen haben aber immer mehr zugenommen. Auch eine sehr bedeutende Zunahme an Chlormagnesium hat sich gezeigt. Die Bildung dieses Salzes soll, nach Karsten, durch hinzutretendes Chlorcalcium veranlafst werden, worauf die vielen frisch entstandenen Gyps-Flimmern, welche ununterbrochen mit der Soole aus dem Bohrloche hervorkommen, deuten. Karsten in Poggendorff's Ann. Bd. LXX. S. 557.

[1]) Journal für practische Chemie. Bd I. S. 129.

[2]) Journal chim. méd. T. V. p. 81.

[3]) Auch das Steinsalz zu *Iletzkaja-Zastchita* in den kirgisischen Steppen ist krystallinisch, weifs und so rein, dafs es nach dem Zerklopfen sogleich als Kochsalz gebraucht werden kann. Murchison a. a. O. S. 184.

[4]) Berichte der Wiener Acad. Bd. VI. S. 224. Das in diesen Analysen angegebene schwefelsaure Natron wurde auf schwefelsaure Magnesia reducirt und das Wasser in Abzug gebracht.

stand von Kalk, Thonerde, Eisenoxyd, Magnesia, Phosphorsäure, Kohlensäure und Quarzsand. Die filtrirte Lösung war frei von kohlensauren und phosphorsauren Salzen und von Brom, Jod und Fluor. Göbel[1]) analysirte das Salz, welches sich auf dem Boden des *Elton-See* ausscheidet III.

	I.	II.	III.
Chlornatrium	98,95	98,94	98,79
Chlormagnesium	0,19	0,16	0,13
Chlorkalium	—	—	0,04
Schwefelsaurer Kalk . .	0,51	0,46	1,01
Schwefelsaure Magnesia .	0,35	0,44	—
	100,00	100,00	100,00

Der Kochsalz-Gehalt dieser drei Absätze, so wie deren Zusammensetzung überhaupt, kommen der Zusammensetzung der vorstehenden Proben von Steinsalz so nahe, dafs Niemand an der Möglichkeit ihres einst erfolgten Absatzes aus dem Meerwasser zweifeln wird.

J. Usiglio[2]) unterwarf das Wasser vom *Mittelländischen Meer* einer Verdunstung unter ähnlichen Umständen wie bei der Salzgewinnung aus diesem Meerwasser, und untersuchte die Absätze für eine Reihe von Graden der zunehmenden Concentration. Auszugsweise folgen die Resultate dieser Untersuchungen.

Volumen des verdunsteten Wassers.	Abgeschiedene Salze in Grammen. Eisenoxyd.	Kohlens. Kalk.	Schwefels. Kalk mit Krystallwasser.	Chlornatrium.	Schwefels. Magnesia.	Chlormagnesium.	Bromnatrium.
100	—	—	—	—	—	—	—
46,7	0,003	0,064	—	—	—	—	—
81,0	—	0,053	0,560	—	—	—	—
90,5	—	—	0,957	3,261	0,004	0,008	—
96,1	—	—	0,218	17,546	0,039	0,079	0,073
97	—	—	0,014	2,624	0,017	0,015	0,036
98,4	—	—	—	3,676	0,563	0,051	0,114
Summe	0,003	0,117	1,749	27,107	0,623	0,153	0,223

Angenommen, dafs bei der Gewinnung des Salzes I

[1]) G. Rose Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 264.
[2]) Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXVII. p. 172.

so viel Kochsalz abgesetzt wird, als sich bei einer Verdunstung von 96,1 % Wasser ausscheidet: so beträgt in der rückständigen Mutterlauge, nach der Analyse des Meerwassers aus den Lagunen von *Venedig* (Bd. I. S. 434), das Chlormagnesium 6,6 % und die schwefelsaure Magnesia 7,1 %. Aus einer solchen, so viel von diesen beiden Salzen haltenden Mutterlauge scheidet sich also ein Kochsalz aus, welches nur 0,19 % Chlormagnesium und 0,35 % schwefelsaure Magnesia enthält. Aus dem *Elton-See* (III), aus einer Flüssigkeit, welche im August 22 % Chlormagnesium und 3 % schwefelsaure Magnesia enthält, setzt sich ein Kochsalz ab, welches nur 0,13 % Chlormagnesium und gar keine schwefelsaure Magnesia enthält. Hatte sich daher einst, als das Steinsalz aus dem Meerwasser abgesetzt wurde, dieses durch Verdunstung so weit concentrirt, dafs die genannten Quantitäten Chlormagnesium und schwefelsaure Magnesia in dem Meerwasser zurückgeblieben waren: so konnte sich doch ein Kochsalz absetzen, welches nur Spuren von beiden Salzen, oder auch gar nichts davon enthielt. Die grofse Reinheit des Steinsalzes widerspricht also nicht nur nicht seinem Absatze aus Meerwasser, sondern bestätigt ihn sogar.

Das Chlorkalium des Meerwassers aus den Lagunen von *Venedig* beträgt 2,86 % vom ganzen Salzgehalte; die beiden Analysen des Seesalzes aus dem *Mittelländischen* Meer weisen aber gar kein Chlorkalium nach. Nehmen wir wiederum an, dafs bei der Darstellung des Kochsalzes im Salzgarten von *St. Felice* 96,1 % Wasser verdunsteten: so betrug in den 3,9 % Mutterlauge das Chlorkalium 2,1 %. Aus einer solchen Lauge schied sich also ein Chlornatrium ab, welches kein Chlorkalium enthielt. Das Chlorkalium in dem Wasser des *Elton-See's* beträgt 0,9 % vom ganzen Salzgehalte; G ö b e l fand aber in dem aus diesem Wasser abgesetzten Kochsalz nur 0,04 %; es hatte sich also auch hier mit dem Chlornatrium eine nur ganz unbedeutende Menge von Chlorkalium abgesetzt. Diese Verhältnisse stimmen gleichfalls mit dem meist gänzlich fehlenden oder doch nur in geringen Spuren vorkommenden Gehalt des Steinsalzes an Chlorkalium überein.

Selbst aus den in der Siedhitze abgedampften Salzsoolen wird ein dem Steinsalze sich näherndes Kochsalz

erhalten. Nach den von Heine[1]) unternommenen Analysen des auf den Preufsischen Salinen der Provinz *Sachsen* producirten Kochsalzes variirt in den besten Sorten der Gehalt an Chlornatrium zwischen 97,14 und 98,67 %.

Usiglio's Versuche zeigen, dafs sich, wie zu erwarten war, beim Verdunsten des Meerwassers der gröfste Theil des schwefelsauren Kalk absetzt, ehe der Absatz des Kochsalzes beginnt, und dafs dieser anfängt, wenn die Verdunstung so weit fortgeschritten ist, dafs das concentrirte Meerwasser eine gesättigte Kochsalz-Lösung bildet. Die Magnesia-Salze, welche er in dem abgesetzten Kochsalze fand, waren in der Mutterlauge, womit es getränkt war, ohne Zweifel aufgelöst enthalten; denn die schwefelsaure Magnesia krystallisirt erst in der Kälte, und das Chlormagnesium kommt gar nicht zum Krystallisiren[2]). Beim Verdunsten einer Lösung von Chlormagnesium in der Luftwärme kann dieses Salz nie im festen Zustande ausgeschieden werden. Wir werden weiter unten sehen, dafs die Verdunstung einer solchen Lösung zum Stillstande kommt, wenn sie ein gewisses Maximum erreicht hat. Hatte sich daher Meerwasser einstens bis zu diesem Maximum durch Verdunstung concentrirt: so würde das während derselben abgesetzte Kochsalz für immer mit der concentrirten Chlormagnesium-Lösung bedeckt geblieben sein, wenn dieselbe nicht durch irgend eine Veranlassung zum Abflusse gekommen wäre. Eine Hebung des Meeresbodens, auf welchem sich das Kochsalz abgesetzt hatte, und wodurch die darüber stehende Mutterlauge abgeflossen wäre, konnte eine solche Veranlassung gewesen sein. Da sich indefs das Steinsalz bei weitem in den meisten Fällen mit oft sehr mächtigen sedimentären Gesteinen bedeckt findet, deren organische Ueberreste ihre Bildung als einen Absatz aus dem Meere nachweisen: so ist klar, dafs diese Sedimente jene Mutterlauge theils verdrängen, theils absorbiren mufsten.

Da das Chlormagnesium nach dem Kochsalze der vor-

[1]) A. a. O. S. 1 ff.

[2]) Dafs die Bromverbindung mehr als das Chlormagnesium betragen haben soll, widerspricht allen bisherigen Erfahrungen.

herrschende Bestandtheil des Meerwassers und daher in sehr grofser Menge vorhanden ist; so nimmt der Umstand, dafs dieses Salz auf der Erdoberfläche nur in wässeriger Lösung vorkommen kann, unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Nur in solchen Tiefen unter der Erdoberfläche, wo eine den Siedepunkt des Wassers übersteigende Temperatur herrscht, kann es im festen Zustande gedacht werden. Reichen bis zu diesen Tiefen die sedimentären Formationen: so wird dort die Chlormagnesium-Lösung, womit diese bei ihrer Bildung im Meere getränkt waren, zum Eintrocknen gekommen sein. Dafs das Uebergangsgebirge sich bis zu noch viel gröfseren Tiefen erstreckt, kann gar nicht zweifelhaft sein; wahrscheinlich erreichen aber selbst jüngere sedimentäre Formationen solche Tiefen.

In der Mutterlauge aus dem Meerwasser konnte schwefelsaure Magnesia zum Krystallisiren kommen, und dafs dies unter gewissen Umständen wirklich geschehen ist, zeigen No. XVII und XX der Steinsalz-Analysen. Da XVII Steinsalz-Stückchen sind, welche sich im Bohrmehle des Bohrlochs fanden, und darin die Menge der schwefelsauren Magnesia die des Kochsalzes bei weitem übersteigt, während in XX die Menge der ersteren weit unter die der zweiten herabsinkt: so scheint die schwefelsaure Magnesia mit zunehmender Tiefe abzunehmen: denn XVII fand sich in geringeren, XX hingegen in gröfseren Tiefen. Diesem scheint zwar der Umstand, dafs beim 154½ Fufs tiefen Bohren im Steinsalze der Gehalt an Bittersalz stets zugenommen hat, zu widersprechen; das Bohren wurde indefs seit 1847 bis zu einer Tiefe von 1000 Fufs fortgesetzt, und reines Steinsalz wurde wirklich erreicht. So hat sich denn auch hier bestätigt, was die Theorie fordert: dafs nämlich, wenn wir vom Gyps abstrahiren, reines Kochsalz der erste Absatz aus dem Meere ist.

Die fast gänzliche Abwesenheit des Chlorkalium im Steinsalze[1]) erklärt sich daraus, dafs es im Wasser leichter löslich ist als Chlornatrium. Was die übrigen im Meer-

[1]) Ich habe, obgleich die gröfste Sorgfalt auf die Ermittelung dieses Salzes verwendet wurde, nur in dem Knistersalze von *Hallstadt* geringe Spuren davon gefunden.

wasser in äufserst geringen Mengen aufgelösten Stoffe betrifft, so bleiben dieselben ohne Zweifel gröfstentheils mit dem Chlormagnesium und der schwefelsauren Magnesia in der Mutterlauge. Es ist daher wahrscheinlich, dafs man, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird, diese Stoffe in Gesteinen, welche Absätze aus dem Meere sind, finden werde. Im Jurakalk bei *Lyon* wurde von Lembert wirklich Jod nachgewiesen [1]).

Dafs nach dem Absatze des Steinsalzes aus dem Meerwasser noch Veränderungen, hervorgebracht durch Gewässer, stattgefunden haben, zeigen die Pseudomorphosen von Anhydrit, Gyps und Polyhalit in Formen von Steinsalz. Nach Haidinger [2]) finden sich zu *Hall* in *Tyrol* stark zusammengedrückte Räume, welche früher Steinsalz enthielten, jetzt aber mit körnigem Anhydrit erfüllt sind. Im Salzthon an diesem Orte, so wie zu *Hallein, Aussee, Hallstadt* u. s. w. kommen meist zusammengedrückte Würfel von Steinsalz vor. Im Mergelschiefer zu *Göfsling* bei *Weyer* in *Oberösterreich* fand Haidinger [3]) solche Würfel, welche mit Gyps erfüllt waren, den eine Haut von Dolomit umgab. Auch im Mergel des Steinsalzgebirges von *Soovar* in *Ungarn* zeigen sich solche Erscheinungen. Gewässer, schwefelsauren Kalk gelöst enthaltend, sind es, welche das Salz auflösten und dagegen jenes Salz als Anhydrit oder Gyps absetzten. Enthielten sie gleichzeitig kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia: so setzten sie auch diese Carbonate als Dolomit ab. Würfel von *Soovar* zeigen sich mit einer Dolomitrinde umgeben, welche ihre Form erhielt, und in ihrem Innern befindet sich ein einziges Gypsindividuum, welches die Stelle des fortgeführten Steinsalzes einnimmt. Diese Vorgänge entsprechen ganz dem Gesetze, dafs die schwerlöslichen Substanzen die leichtlöslichen verdrängen.

Der Polyhalit [4]), ein aus schwefelsaurem Kalk, schwe-

[1]) Journ. de Pharm. et de Chim. III. Sér. T. XIX. p 240.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LII. S. 625.

[3]) A. a. O.

[4]) Vgl. Kenngott Chem. Pharm. Centralblatt. 1853. No. 57. S. 899 und Poggendorff Bd. XCIV. S. 175.

felsaurer Magnesia und schwefelsaurem Kali bestehendes Salz, findet sich im Steinsalzgebirge (*Ischel, Berchtesgaden* und *Aussee*). Berthier[1]) fand ein ähnliches Salz im Steinsalzgebirge von *Vic* in *Lothringen*, welches statt Kali Natron enthielt. Wahrscheinlich sind diese Salze keine ursprünglichen Bildungen zur Zeit des Absatzes des Steinsalzes, sondern spätere; denn nach Haidinger[2]) kommen im Salzthon von *Aussee* Würfel vor, deren Kern nur noch aus Steinsalz, deren dicke Rinde dagegen aus Polyhalit besteht. Von diesem Polyhalit ist es wenigstens unzweifelhaft, dafs er eine spätere Bildung aus Gewässern ist, welche jene schwefelsauren Salze im Steinsalzgebirge aufgelöst hatten.

Wenn solche Verdrängungen des Chlornatrium durch schwefelsaure Salze allgemeine Processe sein sollten: so würde sich dadurch die Zusammensetzung der Soolen, welche diese Verdrängungen bewirken, wesentlich verändern. Sie würden reicher an Chlornatrium und ärmer an schwefelsauren Salzen werden. In diesem Falle würde die Entstehung der an diesen Salzen oft so armen Soolen ihre Erklärung finden[3]).

[1]) Ann. des Mines. T. X. p. 260.

[2]) Holger's Zeitschrift für Physik u. s. w. Bd. IV. S. 226.

[3]) Haidinger (Poggendorff's Ann. Bd. LXXI. S. 247) vervollständigt seine früheren Mittheilungen durch mehrere neuere. So fand sich zu *Hallein* ein fast 2 Zoll grofser Steinsalz-Würfel, dessen Fläche eingedrückt, und dessen Inneres mit Anhydrit-Individuen erfüllt war. Zu *Pirano* kam ein Mergel mit würfligen Hohlräumen vor, die von kleinen Anhydrit-Krystallen drusenartig ausgekleidet waren. Verschobene Würfel, 2 bis $3^1/_2$ Zoll grofs, von *Aix* in der *Provence*, waren ganz aus 2 bis 3 Lin. grofsen, linsenförmigen Gypskrystallen zusammengesetzt. Schon früher erkannte Nöggerath (Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1846. S. 309) diese verschobenen Würfel für Gyps-Pseudomorphosen in Formen von Steinsalz. Nur selten bilden ihre Kanten rechte Winkel, meist gleichen sie Rhomboëdern, können aber nicht für solche gehalten werden, da ihre Winkel nicht allein bald spitzer bald stumpfer sind, sondern auch verschiedene Kanten ein und desselben Krystalls mancherlei Irregularitäten zeigen. Ohne Zweifel waren alle diese Individuen ursprünglich Würfel, welche mehr oder weniger Druck erlitten und so eine modificirte Gestalt angenommen hatten. Nach gefälliger Mit-

Schon längst sind die sogenannten krystallisirten Sandsteine, welche zwischen *Eſslingen*, *Stuttgart* und *Tübingen* an vielen Punkten im Keuper vorkommen, bekannt[1]). Sie finden sich in einer Sandstein-Schicht zum Theil nur mit der Lupe erkennbar, zum Theil 1 bis 1½ Zoll groſs. Die Seitenflächen der würfelförmigen Krystalle sind stets mehr oder weniger eingedrückt und concav. Nach Gaup bestehen die *württembergischen* Pseudomorphosen aus 72,6 Kieselsäure, 23,6 Thonerde, 0,7 Kalk, 0,6 Eisenoxyd, 2,5 Glühverlust; sie sind also wesentlich Thonerde-Silicate. Auch an verschiedenen anderen Orten fand man solche krystallisirte Sandsteine: so unterhalb *Eicks* in der *Eifel* zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk, zu *Igel* bei *Trier* u. s. w. An letzterem Orte wechseln die Sandstein-Schichten, welche die krystallisirten Sandsteine enthalten, mit Gyps-Schichten, in denen man Spuren von Steinsalz gefunden hat.

Nöggerath[2]), gestützt auf seine Beobachtungen, daſs die irregulären Steinsalzkrystalle aus dem Salzgebirge zu *Berchtesgaden* verschobene Würfel sind, welche im Zustande einer gewissen Weichheit oder während ihrer Ausbildung einen Druck in dem sie umschlieſsenden Salzthon erlitten haben, hielt jene Sandstein-Würfel, welche gleichfalls meist verschoben erscheinen, für ehemalige Steinsalz-Würfel, in denen das Chlornatrium durch die Masse des

theilung von Nöggerath zeigen auch manche Würfel von Eisenkies, welche im Thonschiefer bei *Montjoie* in der Nähe von *Aachen* vorkommen, solche Miſsbildungen. Sie sind 2 bis 15 Lin. groſs und ihre Winkel sind selten rechte. Häufig hat der Druck der Thonschiefer-Masse sehr verschiedene Winkel hervorgerufen, so daſs diese Krystalle, wie jene in der Form von Steinsalz, mehr Rhomboëdern als Würfeln gleichen.

Ohne Zweifel werden noch viele solcher Pseudomorphosen, wie die oben angeführten in Formen von Steinsalz gefunden werden, wenn noch mehr die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Die Wahrscheinlichkeit, daſs es allgemeine Processe sind, welche solche Verdrängungen des Steinsalzes veranlassen, würde dann immer mehr zunehmen.

[1]) v. Alberti Monographie des bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers. 1834. S. 147 und 188.

[2]) A. a. O. S. 313.

Sandsteins verdrängt worden ist. Blum[1]) und Haidinger[2]) stimmen dieser Ansicht, die auch durch eine gleichzeitige mit Nöggerath von Paulus[3]) unternommene Arbeit bestätigt worden, bei.

Hausmann[4]) beschreibt Kalkstein-Bildungen im Muschelkalk der Gegenden an der *Weser* in Formen von Steinsalz von 1,4 bis 3,5 Zoll Gröfse, welche indefs nach Wöhler keine Spur von Kochsalz enthalten. Sie finden sich gerade in dem Theil des Muschelkalk, der in *Deutschland* das Steinsalz einschliefst. Nach den Beobachtungen von Strüver beschränkt sich das Vorkommen dieser Pseudomorphosen nicht auf einzelne Individuen, sondern sie bilden am *Feldberg* bei *Hohe* und in der Gegend von *Bodenwerder* ganze Lager und nicht blos in einer einzigen Kalkschicht, sondern in mehreren benachbarten Schichten, und stets in der Nähe von Gypslagern. Nach Carl List enthalten sie 61,91 kohlensauren Kalk, 22,501 kohlensaure Magnesia, 16,301 unlösliches Thonerde-Silicat und 0,008 Chlornatrium. Die sogenannten krystallisirten Sandsteine aus der Umgegend von *Cassel* sind, nach Haidinger, meist krystallisirte dichte Kalksteine. Hausmann erinnert an Prof. Eaton's[5]) Nachricht über das Vorkommen ähnlicher pseudomorpher Räume, nahe bei *Syrakus*, in den Mergeln der *nordamerikanischen* Salzformation in der oberen silurischen Abtheilung. Es sind nicht eigentlich Pseudomorphosen, sondern Abdrücke hohler Kochsalz-Pyramiden in dem weichen Kalkmergel, so wie in dem rothen und grünen Mergelschiefer, in welchem sie in gröfster Vollkommenheit und in unermefslicher Menge vorkommen. Tausende von solchen leeren Räumen, einige

[1]) Erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 127.

[2]) A. a. O. S. 259.

[3]) Württembergische naturwissenschaftl. Jahreshefte. 1846. Bd. II. S. 196. Paulus fand nämlich bei *Kornthal* in *Württemberg* ähnliche aber viel vollkommenere Krystalle auf einem harten Mergel über dem Gyps des Keuper und zwar stets auf der untern Seite der Schichten in Thon eingedrückt. Sie bestehen ganz aus Mergel.

[4]) Nachrichten von der Universität und der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen. 1846. No. 8 und 17.

[5]) Silliman's American. Journ. Vol. XV. No. 2. Jan. 1829.

bis zu 5 Zoll im Durchmesser, sieht man vorzüglich bei *Manlius Center*, am südlichen Abhange des *Eriekanals* und an anderen Orten.

Auch die Mergelpyramiden in dem Mergel vom *Montmartre* bei *Paris* hält Haidinger für pseudomorphe Bildungen in Formen von Steinsalz. Abdrücke von Turritella, Corbula etc. in diesem Mergel deuten gleichfalls auf eine Salzwasser-Bildung.

Gutberlet[1]) zeigt, dafs die Pseudomorphosen in Formen von Steinsalz die Oberfläche weit ausgedehnter Schichten bedecken, und dafs sie sich, wie namentlich in der Nähe von *Fulda*, in fünfzig und mehr über einander liegenden Schichten des bunten Mergels zwischen dem bunten Sandstein und dem Muschelkalk wiederholen. Am häufigsten erscheint das Steinsalz durch kieselige Massen, namentlich durch sehr verschiedene Sandsteine und durch Quarzfels verdrängt. Auch Glimmer und Braunspath treten als solche Verdrängungsmittel auf. In unmittelbarer Nähe dieser Pseudomorphosen hat man bis jetzt noch kein Steinsalz gefunden; seine ehemalige Existenz ist aber durch diese Pseudomorphosen beurkundet. Plattgedrückte Kerne von Terebrateln finden sich häufig theils in den pseudomorphischen, theils in anderen Lagern. In den angeführten Lagern am *Feldberg* u. s. w. kommen jedoch neben den Pseudomorphosen keine Petrefacten vor.

Haidinger denkt sich die Bildung der Sandsteine in Formen von Steinsalz so, dafs auf der Oberfläche eines vom Meere zurückgelassenen Schlamm-Sediments, nach der Verdunstung des Meerwassers, Steinsalz in Würfeln krystallisirte, welche im weichen Schlamme ihre Flächen und Kanten bewahrten, dafs später dieses Sediment durch herbeigefluthcten Sand, welcher die Steinsalz-Würfel einschlofs, bedeckt wurde, und dafs, nachdem dieselben nach und nach wieder aufgelöst worden, der Sand in die hohlen Würfel drang und durch die im Wasser aufgelöste Kieselsäure cementirt wurde. Dieser Vorstellung wird man wenig entgegensetzen können.

Wenn man beachtet, dafs die Pseudomorphosen[2]) und

[1]) Neues Jahrbuch für Mineral. u. s. w. 1847. S. 405 und 513.

[2]) Die Sandsteine in Formen von Steinsalz unterscheiden sich

die Eindrücke im Gesteine in Formen von Steinsalz in allen Steinsalz führenden Formationen, wie es scheint, in den oberen silurischen Schichten, im Mergelschiefer des Zechsteins [1]), im Muschelkalk, im Keuper [2]), im Alpenkalkstein und in den miocenen *Pariser* Gypsschichten vorkommen: so leuchtet ihre grofse geologische Bedeutung ein. Sie sind eben so evidente Beweise für die Bildung dieser Gesteine aus Meer- oder Salzwasser, wie die organischen Ueberreste von Meeresthieren, und sie zeigen, dafs während der grofsen sedimentären Periode, vom Absatze des Uebergangsgebirges bis zu dem der tertiären Bildungen, vielleicht mit wenigen Unterbrechungen, Steinsalz aus dem Meere abgesetzt worden ist. Dasjenige, welches von wasserdichten Schichten umgeben war, erhielt sich bis zur Jetztzeit, dasjenige aber, welches in vom Wasser durchdringbaren Gesteinen in gröfseren oder kleineren Krystallen abgesetzt wurde, wurde nach und nach aufgelöst und wieder dem Meere zugeführt, während die zurückgelassenen leeren Räume mit verschiedenen mineralischen Substanzen ausgefüllt wurden, oder auch leer blieben. Dafs auch jetzt noch Reste von Steinsalz in diesen Gesteinen vorhanden sind, zeigt der wenigstens durch Reagentien nachweisbare Kochsalzgehalt in den Quellen, welche aus ihnen kommen.

von den eigentlichen Verdrängungs-Pseudomorphosen darin, dafs die Substanzen in diese im aufgelösten, in jene aber im gemengten Zustande vom Wasser geführt wurden. Zur Unterscheidung könnte man letztere mechanische Pseudomorphosen nennen. Eine bestimmte Grenzlinie zwischen beiden Arten von Verdrängungs-Pseudomorphosen läfst sich aber nicht ziehen. Die Cementation des in die leeren Räume eingedrungenen Sandes zu Sandstein zeigt, dafs auch im Wasser gelöste Kieselsäure eingedrungen ist. Die Erfüllung dieser Räume mit Quarzfels und Braunspath wird wohl nur auf diese Weise, und die mit Kalkstein und Mergel wenigstens theilweise so stattgefunden haben. Dafs der Glimmer in diesen Pseudomorphosen als solcher auf mechanischem Wege eingeführt worden, ist weniger wahrscheinlich, als dafs er durch eine Metamorphose erst aus den eingeführten Substanzen entstanden ist.

[1]) Ph. Braun im neuen Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1846. S. 814.

[2]) M. J. Fournet (Histoire de la Dolomie. 1847. p. 117) fand sie auch in der Gruppe des rothen Sandsteins in der Gegend von *Lyon*, am *Mont d'or* bei *Chessy* und bei *Blacet* unweit *Villefranche*.

Sehr verschieden von der Zusammensetzung des Steinsalzes ist die der meisten Salzsoolen, wovon wir viele Analysen besitzen. Wir haben sie (49 an der Zahl), auf Procente des Salzgehaltes berechnet, in der ersten Auflage (B. II. S. 1690 ff.) zusammengestellt, begnügen uns aber, hier nur die Resultate aufzunehmen.

Um die Möglichkeit der Entstehung der Salzsoolen aus den Absätzen des Meerwassers, mögen diese Absätze als reines Steinsalz oder im Gemenge mit sedimentären Gesteinen vorkommen, darthun zu können, wollen wir die mittlere Zusammensetzung des Meerwassers zu ermitteln suchen. Dazu scheinen sich am besten die Analysen von Bibra (Bd. I. S. 428) zu eignen, weil sie Meerwasser von weit von einander abliegenden Orten des Ocean umfassen. Danach ist die mittlere Zusammensetzung desselben:

Betrag der Salze	3,527
Chlornatrium	75,786
Chlormagnesium	9,159
Chlorkalium	3,657
Bromnatrium	1,184
Schwefelsaurer Kalk	4,617
Schwefelsaure Magnesia	5,597
	100,000

Aus den erwähnten 49 Analysen von Soolen, welche in verschiedenen Ländern und in verschiedenen Formationen Ursprung nehmen, ergeben sich folgende Resultate:

1) Die Soolen, welche die gröfste Menge Salze enthalten (11,1 bis 26,39 %), enthalten auch die gröfste Menge Kochsalz (93,72 bis 99,47 %); in denjenigen hingegen, deren Betrag der Salze von 10,53 bis 0,82 % herabsinkt, sinkt auch der Kochsalz-Gehalt von 95,71 bis auf 53,08 % herab. Allgemein kann man zwar nicht das Gesetz aufstellen, dafs der Betrag der Salze in geradem Verhältnisse mit dem Kochsalz-Gehalte steht; nie zeigt sich aber, wenn der Betrag der Salze dem Minimum nahe kommt, ein Kochsalz-Gehalt, der sich dem Maximum nähert. Die Soolen, welche aus Steinsalz kommen, enthalten die gröfste Menge Salze überhaupt und ebenso die gröfste Menge Kochsalz, wie dies auch im Steinsalze selbst der Fall ist. Da die

schwachen Soolen ihren Salzgehalt nicht aus dem Steinsalze selbst, sondern aus sedimentären Gesteinen extrahiren, und da auch solche Soolen mit wenigen Ausnahmen um so mehr Kochsalz enthalten, je reicher sie an Salzen überhaupt sind: so müssen diese Gesteine gleichfalls um so mehr Kochsalz enthalten, je reicher sie an Salzen überhaupt sind. Setzte sich aus dem Meere zuerst reines Steinsalz ab, wurde dieses später mit erdigen Sedimenten bedeckt, und finden wir auch darin mehr Kochsalz als das Meerwasser enthält: so konnte der Absatz des reinen Steinsalzes nicht so weit stattgefunden haben, dafs eine Mutterlauge übrig blieb, in der nur wenig Kochsalz, aber viel von den anderen Salzen des Meerwassers enthalten war; im Gegentheil auch in dieser Mutterlauge mufste der Gehalt an Kochsalz noch vorherrschend gewesen sein. Alles dieses führt zu der Annahme, dafs in den meisten Fällen, nach dem Absatze des reinen Steinsalzes, dieses sich auch dann noch fortwährend absetzte, als die mechanischen Absätze der erdigen Theile von Statten gingen, und dafs sich beide Absätze dann mit einander mengten.

2) Unter den 49 Soolquellen sind es nur 2, in denen der Kochsalz-Gehalt bedeutend unter den im Meerwasser herabsinkt: in allen übrigen beträgt er entweder bei weitem mehr, als in diesem, oder kommt diesem sehr nahe. Diese Soolen zeigen indefs, die eine durch ihren bedeutenden Gehalt an schwefelsaurem Natron, die andere durch ihren bedeutenden Gehalt an Chlorcalcium, eine so abnormale Zusammensetzung, dafs man annehmen mufs, die Salzmassen, aus denen sie ihren Gehalt entnehmen, verdanken eigenthümlichen und selten vorkommenden Verhältnissen ihren Ursprung.

3) Unter den übrigen 47 Soolen sind es nur 2, in denen das Chlormagnesium mehr als im Meerwasser beträgt; in 7 beträgt es nahe so viel[1]), und in 14 fehlt es

[1]) Bemerkenswerth ist, dafs vier Soolen aus dem Uebergangsgebirge und drei, welche gleichfalls viel Chlormagnesium enthalten, aus dem Steinkohlengebirge kommen. Ob dieses Vorkommen der an Chlormagnesium reichsten Soolen in den ältesten sedimentären Formationen etwas Zufälliges oder etwas Wesentliches ist, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

gänzlich, oder es sind nur Spuren davon enthalten. Unter diesen 14 sind 7 Soolen, welche aus Steinsalz kommen, die übrigen 7 haben einen so geringen Salzgehalt überhaupt, dafs sie denselben nur aus Gesteinen extrahiren können. Da demnach das Chlormagnesium nur selten mehr oder fast so viel als im Meerwasser beträgt: so kann es in den meisten Fällen nicht nur nicht im Steinsalze, sondern auch nicht in den dasselbe bedeckenden sedimentären Gesteinen in der Menge zurückgeblieben sein, wie in einer Mutterlauge, aus der sich Steinsalz abgeschieden hatte. Diese Mutterlauge ist daher entweder schon während des Absatzes der erdigen Sedimente im Meere, oder nach der Erhebung über dasselbe, durch die schon in den ersten Zeiten durchfiltrirten Gewässer verdrängt und dem Meere unmittelbar oder mittelbar wieder zugeführt worden. In den ersten Perioden nach dem Absatze des Steinsalzes, in den verschiedenen sedimentären Formationen, mufs sich also stets der Kochsalzgehalt im Meerwasser in viel gröfserem Verhältnisse als das Chlormagnesium vermindert haben. Da aber, wie die Analysen der Soolquellen und der Flufswasser zeigen, in der gegenwärtigen Periode und gewifs schon seit langen Zeiträumen, bei weitem mehr Chlornatrium als Chlormagnesium dem Meere zugeführt wird: so wird das ursprüngliche Verhältnifs beider Chloride im Meerwasser nahe wieder erreicht worden sein, und wird noch immer mehr erreicht werden.

Das durch Abdampfen der Soolen erhaltene würfelförmige Kochsalz enthält bekanntlich Decrepitationswasser, das Steinsalz dagegen nicht. Jenes schliefst daher zwischen seinen Würfelflächen Mutterlauge ein, dieses nicht. Darin liegt offenbar der Unterschied, dafs das Kochsalz der Salinen bei weitem mehr Chlormagnesium als das Steinsalz enthält. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, dafs der Absatz des Steinsalzes aus dem Meerwasser aufserordentlich langsam von Statten gegangen ist.

4) Unter den 47 Soolen ist nur eine einzige, in welcher die schwefelsaure Magnesia mehr beträgt als im Meerwasser; in 21 Soolen fehlt sie gänzlich und in den übrigen beträgt sie viel weniger als im Meerwasser. Da dem Meere bedeutende Mengen schwefelsaurer Magnesia durch

die Flüsse zugeführt werden (Bd. I. S. 283), und nach den Analysen der Flufswasser durchschnittlich 1,57mal so viel als Chlornatrium und Chlorkalium: so müssen die Gewässer in den Gebirgsgesteinen mehr von jenem schwefelsauren Salze als von diesen Chloriden vorfinden. Die Mutterlauge, welche nach dem Absatze des Steinsalzes übrig blieb, und womit die späteren Absätze sedimentärer Gesteine getränkt wurden, mufs mithin reicher an schwefelsaurer Magnesia als an Kochsalz gewesen sein. Während daher die schwefelsaure Magnesia im Steinsalze meist gänzlich fehlt, und auch in den Soolen entweder gar nicht oder nur in sehr geringen Verhältnissen vorhanden ist, mufs sie in denjenigen Gesteinen, aus welchen keine Soolen hervorkommen, aus denen aber die Gewässer Salze extrahiren, in viel gröfseren Mengen als Chlornatrium gegenwärtig sein. Dafs die schwefelsaure Magnesia in seltenen Fällen in bedeutenden Quantitäten im Steinsalze vorkommt, haben wir oben (S. 26) gesehen; die Bitterwasser weisen sie dagegen auch in denjenigen Lagern nach, in denen diese Quellen entspringen.

Da die Flüsse bei weitem mehr schwefelsaure Magnesia als Chlormagnesium dem Meere zuführen: so mufs in den vom Meere abgesetzten sedimentären Gesteinen jenes Salz in viel gröfserer Menge als dieses zurückgeblieben sein. Die schwefelsaure Magnesia trocknete ein, während das nicht krystallisirbare Chlormagnesium mit der Mutterlauge zum Abfliefsen kam (S. 25).

5) Unter den angeführten Soolen sind es 9, in denen der schwefelsaure Kalk in gröfseren, und 35, in denen er in geringeren Verhältnissen als im Meerwasser vorhanden ist; in 5 fehlt er gänzlich. Da dieses Salz das schwerlöslichste unter den Hauptbestandtheilen der Soolen ist: so würde es, wenn im reinen Steinsalze und in den mit demselben getränkten Gebirgsgesteinen neben Chlornatrium stets Chlormagnesium und schwefelsaure Magnesia vorhanden wären, immer weniger betragen, als diese Salze. Dieser Fall findet aber nur selten statt, und daher übersteigt die Menge des schwefelsauren Kalk die der beiden Magnesiasalze zusammen genommen in 26 Soolen, und nur in 17 Soolen ist sie geringer als die dieser Magnesia-

Salze. Da nun im Meerwasser die Menge des Chlormagnesium und der schwefelsauren Magnesia mehr als 3mal so viel als die des schwefelsauren Kalk beträgt: so ist dieser in den meisten Fällen in gröfserer Menge als jene abgesetzt worden. Was die Soolen zeigen, zeigen die Flufswasser in noch höherem Grade; denn der schwefelsaure Kalk, namentlich in den sich unmittelbar in das Meer ergiefsenden Flüssen ist, nach dem kohlensauren Kalk, der in gröfster Menge vorhandene Bestandtheil und überwiegt bedeutend die Menge der Magnesiasalze (Bd. I. S. 281).

Wenn das Meerwasser durch Verdunstung concentrirt wird, so mufs, da es dem Sättigungs-Zustande durch schwefelsauren Kalk viel näher ist als dem durch Chlornatrium, der Absatz jenes Salzes viel früher als der dieses Salzes erfolgen. Dies zeigen auch die Versuche von Usiglio (S. 23); aber nach denselben setzen sich beide Salze während einer längeren Zeit der Verdunstung gemeinschaftlich ab. In 13 Proben Steinsalz finden wir auch schwefelsauren Kalk, in 7 anderen keine Spur davon. Es scheint daher, dafs sich dieses Salz während seiner Krystallisation entweder gänzlich oder wenigstens gröfstentheils vom Chlornatrium gesondert hat. Drusen von Steinsalz, welche sich im Gyps, wie z. B. zu *Artern* finden (I. Aufl. Bd. I. S. 206), zeigen gleichfalls eine solche Sonderung.

Ist alles Steinsalz ein Absatz aus dem Meere, so mufs das Liegende der reinen Steinsalzlager stets Gyps sein. Da sich aber der Bergmann hütet, das unterste und reinste Steinsalzlager zu durchbrechen, damit nicht die Wasser in die Gruben dringen: so ist dieses Liegende nicht bekannt. Das haben aber die bisherigen Bohrarbeiten gezeigt, dafs vor dem Erreichen des reinen Steinsalzes mehr oder weniger mächtige Lager von Gyps oder Anhydrit durchbohrt werden mufsten, und dafs diese in der Regel um so mehr Kochsalz enthielten, je näher sie dem Steinsalze kamen (I. Aufl. Bd. I. S. 164 ff.).

Wo ein mehrfacher Wechsel zwischen Steinsalz und Gyps oder Anhydrit angetroffen wird, da kann der unter jedem Steinsalzlager liegende Gyps als der erste Absatz, und dieses Steinsalz als der darauf folgende zweite aus demselben Meerwasser gedacht werden. Aus demselben

Meerwasser konnte aber nicht, nachdem sich bereits Gyps und Steinsalz in abgesonderten Lagern abgesetzt hatten, wieder Gyps abgesetzt werden. Der über dem Steinsalze liegende Gyps mufs daher von später zugetretenem Meerwasser herrühren. Finden wir, wie ganz gewöhnlich, Gyps oder Anhydrit als letzten Absatz im Steinsalzgebirge: so mufs das Meerwasser, ehe der Absatz des Chlornatrium begonnen hatte, zum Abflusse gekommen sein.

Das heutige Meerwasser enthält durchschnittlich 16,4 mal so viel Chlornatrium als schwefelsauren Kalk. Das Verhältnifs beider Salze im Steinsalzgebirge kann man auch nicht einmal approximativ schätzen. Beachtet man aber die mächtigen Gypslager, welche man durchbohren mufs, ehe man zum reinen Steinsalze kommt: so leuchtet ein, dafs Chlornatrium und schwefelsaurer Kalk in dem Verhältnisse im Steinsalzgebirge nicht angetroffen werden, in welchem sie sich im Meerwasser finden. Es müssen daher Umstände stattgefunden haben, welche den Absatz der schwefelsauren Kalkerde in gröfserem Verhältnisse herbeigeführt haben, als den des Kochsalzes. Ein Hauptumstand liegt ohne Zweifel darin, dafs der im Meerwasser enthaltene schwefelsaure Kalk 0,63 von dem in seiner gesättigten Lösung beträgt, während das darin enthaltene Chlornatrium nur 0,07 von dem in seiner gesättigten Lösung ausmacht. Verdunsteten daher aus dem Meere nur 37 % Wasser, so begann schon der Absatz des Gyps; dagegen mufsten 93 % Wasser verdunsten, ehe der Absatz des Chlornatrium beginnen konnte. Letzteres Resultat stimmt ziemlich mit dem von U s i g l i o gefundenen überein.

6) Soolen, welche von den anderen mit Chlornatrium gemischten Salzen mehr als das Steinsalz enthalten, können nicht durch blofses Auflösen desselben entstehen. Ihre Bildung kann nur so gedacht werden, dafs die Gewässer, welche bis in die reinen Steinsalzlager dringen, sich mit Kochsalz sättigen, und während ihres Aufsteigens durch schwache unreine Soolen verdünnt werden, oder dafs die Gewässer gar nicht in das reine Steinsalz dringen, sondern ihren Salzgehalt aus Gesteinen, welche wie Salzthon und Gyps Kochsalz enthalten, extrahiren. 7 Soolen in *Württemberg*, welche unmittelbar aus dem erbohrten

Steinsalz kommen, enthalten durchschnittlich $^5/_7$ so viel Kochsalz, als das Wasser aufzulösen vermag; sie sind also dem Sättigungspunkte nahe. In ihrer Zusammensetzung kommen sie dem dort erbohrten Steinsalze sehr nahe; sie enthalten aber mehr schwefelsauren Kalk (bis zu 2,27 %) als dieses. Bei ihrem Aufsteigen müssen sie daher noch von diesem Salze auflösen, und dieses finden sie auch im Anhydrit und Salzthon, der 82 bis 155 Fufs mächtig das reine Steinsalz bedeckt. Hier haben wir also einen Fall, wo eine im reinen Steinsalze entstandene Soole beim Aufsteigen noch Salze aufnimmt. Ob diese Soolen in der Tiefe, wo das reine Steinsalz vorkommt, ganz mit Kochsalz gesättigt sind, und ob sie daher bei ihrem Aufsteigen durch zufliefsende Gewässer verdünnt werden, darüber liegen keine Nachrichten vor. Enthält an anderen Orten der Salzthon neben Kochsalz beträchtliche Quantitäten anderer Salze, z. B. Chlormagnesium, und begegnen den aus dem reinen Steinsalze aufsteigenden mehr oder weniger mit Kochsalz gesättigten Soolen sehr verdünnte Lösungen, welche ihre Salze dem Salzthon entnehmen: so kommen unreine Soolen zu Tage. Auf diese Weise können Soolen entstehen, welche, wie die zu *Nauheim*, bis zu 12,6 % Chlormagnesium enthalten. Da in diesem Falle die aus dem reinen Steinsalze kommende Soole schon Kochsalz enthält: so mufs im Salzthon das Chlormagnesium noch mehr betragen, als es die Analyse der Soole nachweiset.

Dringen die Gewässer nicht bis zum reinen Steinsalze, sondern nur bis in den Salzthon und Anhydrit: so extrahiren sie ihren Salzgehalt nur aus diesem.

7) Da das Steinsalz fast überall mit einer undurchdringlichen Hülle von Thon oder Anhydrit umgeben ist: so kommen die wenigsten Soolen aus seinen reinen Lagern. Der Bergbau in *Sulz, Schwäbisch Hall*, zu *Salins* und an anderen Orten gibt ein klares Bild von diesen Verhältnissen. Nur da, wo das Steinsalz, wie in *Siebenbürgen*, der *Marmorosch* in *Algerien*, am *Huallaga* in *Peru* u. s. w. zu Tage tritt, kommen die Soolen unmittelbar aus demselben[1]).

[1]) Dies ist die auf Beobachtungen gegründete Ansicht von Al-

Aus der Vergleichung der in der ersten Auflage Bd. I. S. 173 angeführten schwachen unreinen Soole X mit der dort gleichfalls angeführten fast gesättigten Bohrlochsoole XI ergibt sich, dafs der grofse Gehalt an fremden Salzen in ersterer nur von den, das reine Steinsalz bedeckenden Lagern herrühren kann. Die Zusammensetzung der letzteren kommt der des reinen Steinsalzes sehr nahe. Gleichwohl ist nicht anzunehmen, dafs ihre nicht unbedeutenden Mengen von Chlormagnesium, Chlorkalium und schwefelsaurem Kali vom reinen Steinsalze herrühren; sie werden ohne Zweifel von der aufsteigenden Soole aus jenen Lagern extrahirt. Der schwefelsaure Kalk mag gleichfalls diesen Ursprung haben; er kann aber auch zum Theil von dem Gyps herrühren, der manchmal in Drusen des reinen Steinsalzes gefunden wird.

So weit führen die auf die Zusammensetzung des Meerwassers, des Steinsalzes und der Salzsoolen gegründeten Schlüsse. Wir sehen uns nun nach Erscheinungen um, welche den Weg weiter bahnen.

Wollaston[1]), welcher die vom Cap. Smyth in verschiedenen Tiefen des *Mittelländischen Meeres* geschöpften Proben von Meerwasser untersuchte, fand folgende Resultate.

Entfernung von *Gibraltar*	Tiefe	Spec. Gewicht	Salzmenge in 100 Th. Wasser
680 engl. Meil.	2700 Fufs	1,0294	4,05 Th.
450 „ „	2400 „	1,0295	3,99 „
50 „ „	4020 „	1,1288	17,3 „

Er schliefst hieraus, dafs ein unterer Strom dichteren Wassers das Salz zum *Atlantischen Ocean* zurückführt, welches der obere in das *Mittelländische Meer* gebracht hat.

Macmichael fand zwischen dem spec. Gewichte

berti (a. a. O. Bd. I. S. 32). Schon vor ihm (Bd. I. S. 176. I. Aufl.) habe ich es, gestützt auf die Bohrversuche zu *Artern* und *Stafsfurth*, für sehr wahrscheinlich gehalten, dafs diese Soolen blos in dem das Steinsalz bedeckenden Gyps sich bilden, und dafs die Gewässer vielleicht nie oder doch nur höchst selten zu den Steinsalzlagern selbst dringen. Später (Bd. II. S. 194) erscheint es ihm aber unwiderlegbar, dafs die Soolen von *Artern* und *Stafsfurth* aus Steinsalz kommen. Zu welchen Inconsequenzen führt doch der Geist des Widerspruchs! —

[1]) Philos. Transact. 1829. Part. I. p. 29.

des Wassers des *Mittelländischen Meeres* an der Oberfläche und in 1500 Fufs Tiefe keinen Unterschied, welches mit Wollaston's Bestimmungen übereinstimmt. Liston fand dagegen im Meere von *Marmora:*

Breite.	Länge.	Spec. Gewicht.	Tiefe.
40° 30′	26° 12 O	1,0294	204 Fufs
40° 30′	26° 12	1,0215	Oberfläche
41° —	29° —	1,0157	180 Fufs
41° —	29° —	1,0145	Oberfläche

woraus man auf einen mit der Tiefe zunehmenden Salzgehalt schliefsen möchte. Auch nach Marsigli und Wilke soll das Wasser in der Tiefe dieses Meeres viel salzreicher, als an der Oberfläche sein, was durch Marcet's Untersuchungen bestätigt wurde. Diese Unterschiede können jedoch von den Strömungen des leichteren Wassers aus dem *Schwarzen Meere* herrühren [1]).

Gegen die Genauigkeit der Untersuchungen eines so ausgezeichneten und gewissenhaften Physikers, wie Wollaston war, ist gewifs nichts zu erinnern [2]). Es gibt aber noch andere Erscheinungen, welche zeigen, dafs in einer Wassersäule die Wassertheilchen, welche oben Salz aufgelöst haben, niedersinken, und dafs sich selbst in einer Salzwassersäule unten eine stärkere und oben eine schwächere Salzlösung ansammelt. Jene Erscheinung zeigt sich in den Sinkwerken (S. 18). In Bohrlöchern, die mit einer Soole erfüllt sind, zeigt sich die andere Erscheinung (I. Aufl. Bd. I. S. 175). Da indefs zu *Artern* in 986 Fufs Tiefe Steinsalz erbohrt wurde: so könnte die bedeutende Zunahme des Salzgehaltes auch davon herrühren. Allein auch zu *Dürrenberg*, wo kein Steinsalz erbohrt wurde, fand man, nachdem das Bohren aufgehört hatte, eine ziemlich

[1]) Physikal. Wörterbuch. Neue Bearbeitung Bd. VI. S. 1631 u. 1644.

[2]) Munke (Physikalisches Wörterbuch S. 1771) erhebt gleichwohl dagegen Zweifel. Wenn ich dieselben auch nicht theilen kann: so halte ich doch eine Wiederholung dieser Untersuchungen, da sie einen so wichtigen Gegenstand betreffen, für sehr wünschenswerth. Daher habe ich diesen Wunsch gegen Prof. Ch. Lyell ausgesprochen, und derselbe hatte die Güte, sich an Sir William Reid, Governor of Malta, zu wenden, um Wasser aus grofsen Tiefen des *Mittelländischen Meeres* zur chemischen Untersuchung zu erhalten. Bis jetzt war jedoch diese Verwendung ohne Erfolg.

regelmäfsige Zunahme des Salzgehaltes (I. Aufl. Bd. I. S. 175). Auch der zu *Dürrenberg* angestellte Versuch (I. Aufl. Bd. I. S. 211) zeigte eine bedeutende Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe. Es ist also unzweifelhaft, dafs in einer ruhig stehenden Säule einer Soole die Salztheilchen nach und nach hinabsinken [1]).

Da dieser Gegenstand von grofsem geologischen Interesse ist: so erschienen mir weitere Versuche nicht überflüssig.

1) In eine mit Wasser gefüllte senkrecht stehende Röhre von 8½ Fufs Höhe liefs ich eine gesättigte Kochsalzauflösung auf der geneigten Fläche eines Trichters herabfiltriren. Die Auflösung flofs in der dünnsten Schicht langsam an den Wänden der Röhre in das Wasser und hatte Zeit genug, mit demselben sich zu mischen, ohne durch dasselbe zu sinken.

Nach 2½ Stunden war in der Röhre der Kochsalzgehalt

	oben	unten
	0,304 %	0,176 %
nach 5 Tagen	0,191 %	0,211 %

Innerhalb 2½ Stunden war also noch der gröfste

[1]) Die Abnahme der Temperatur in den Seen und im Meere mit der Tiefe zeigt, dafs in demselben Strömungen von oben nach unten stattfinden, denen natürlich entgegengesetzte Strömungen von unten nach oben entsprechen (Meine Wärmelehre S. 138 ff.). Versuche, welche ich angestellt habe (ebend. S. 429), zeigten, dafs die geringste Zunahme des specif. Gewichts des Wassers auf seiner Oberfläche, hervorgebracht durch Erkältung, schon hinreicht, niedergehende Wasserströme zu verursachen. So wie aber Erkältung, so kann auch Verdunstung, und in Folge davon die Concentration des Salzgehaltes dies bewirken. Erfolgt das Sinken der dadurch specif. schwerer gewordenen Wassertheilchen schneller, als die Vermischung mit den nächst gelegenen Wassertheilchen: so sinken jene durch diese. Vereinigen sich beide Wirkungen, die Zunahme des spec. Gewichts durch Erkältung und durch Verdunstung: so wird das Niedersinken der Wassertheilchen um so mehr beschleunigt. Die Zunahme des spec. Gewichts des Meerwassers durch Abnahme seiner Temperatur um 80° R. beträgt 0,001. Da nun eine viel geringere Abnahme seiner Temperatur schon niedergehende Strömungen hervorbringt: so sieht man, wie wenig Wasser auf der Oberfläche des Meeres zu verdunsten braucht, um gleichfalls niedergehende Strömungen zu bewirken.

Theil der gesättigten Auflösung oben angehäuft. Nach 5 Tagen war aber der gröfsere Theil derselben herabgesunken, und es hatte sich eine Zunahme des Salzgehaltes von oben nach unten um ungefähr $^1/_{10}$ ergeben.

2) Eine senkrecht stehende unten verschlossene, oben offene Bleiröhre von $19^1/_4$ Fufs Höhe und 1 Zoll innerem Durchmesser wurde mit einer Kochsalzlösung gefüllt. In einer Zeit von drei Wochen zeigte sich kein merklicher Unterschied zwischen dem Salzgehalte im oberen und unteren Ende der Röhre.

3) Dieselbe Röhre wurde mit destillirtem Wasser gefüllt, und oben in dasselbe eine mit Kochsalz gefüllte, und mit Leinwand verschlossene Glasröhre gehangen. Um die Verdunstung zu verhüten, wurde die Bleiröhre mit einem Korkstopfen verschlossen. Erst nach 4 Tagen hatte sich das Kochsalz vollständig aufgelöst. Der Salzgehalt war im oberen und unteren Ende der Röhre ganz gleich und ebenso 2 Tage später. Nachdem die Röhre vom 2. März bis 2. November 1852 ruhig stehen geblieben war, war der Salzgehalt

	oben	in der Mitte	unten
	1,286 %	—	1,318 %
drei Tage später	1,294 %	1,307 %	1,309 %

Die durch das Auflösen des Kochsalzes entstandene concentrirte Auflösung war demnach innerhalb dreier Tage herabgesunken und hatte sich so mit dem Wasser gemischt, dafs sich eine Lösung von gleicher Stärke gebildet hatte. Später trat aber eine Sonderung ein: eine stärkere Lösung sank herunter, und es zeigte sich nach 8 Monaten ein Differenz zwischen unten und oben von 0,032 %. Dafs sich drei Tage später diese Differenz bis auf 0,015 % vermindert hatte, kann nur davon herrühren, dafs durch das Herausnehmen von Proben zur chemischen Bestimmung ihres Salzgehaltes [1]) eine Bewegung in der Flüssigkeits-Säule

[1]) Die Kochsalz-Lösung hatte, wie zu erwarten war, das Blei nicht angegriffen; denn Schwefelwasserstoff durch die Lösungen geleitet trübte sie nicht im mindesten. Nachdem am 6. Nov. die Röhre wieder vollgefüllt und bis zum 18. Juli 1853 ruhig stehen geblieben war, ergab sich der Salzgehalt

oben 1,372 unten 1,382.

eingetreten war, wodurch eine theilweise Vermischung der Lösung in den verschiedenen Höhen stattgefunden hatte. Dafs aber wirklich in einer ruhig stehenden hohen Säule einer gleich starken Salzlösung eine Sonderung nach langer Zeit eintritt, wodurch eine stärkere Lösung zu Boden sinkt, ist durch vorstehende Versuche erwiesen, und es ist besonders bemerkenswerth, dafs diese Sonderung in einer Lösung, welche nur 1,3 $^0/_0$ Kochsalz enthielt, noch stattgefunden hatte. Ebenso hat der erste Versuch gezeigt, dafs eine concentrirte Salzlösung, wenn sie etwas schnell in eine Säule reinen Wassers fliefst, schneller herabsinkt, als eine vollständige Mischung mit dem Wasser erfolgen kann.

Durch Beobachtungen habe ich ermittelt, dafs am Boden einer Wassersäule von bedeutender Höhe (es war eine 6 Fufs hohe Röhre) die Temperatur-Veränderungen nur $0^0,9$ R., dagegen oben $1^0,6$ betragen, wenn sich die äufsere Temperatur um 4^0 ändert. Bei zunehmender äufserer Temperatur finden daher aufsteigende, bei Abnahme derselben niedergehende Wasserströme statt [1]). In jener Bleiröhre mufsten mithin, in Folge des oft wiederholten Wechsels der äufseren Temperatur, solche Strömungen fast täglich stattgefunden haben. Diese Strömungen wirkten aber der Absonderung stärkerer und schwächerer Salzlösungen entgegen. Der Wechsel in der äufsern Temperatur war zwischen dem November und Juli viel bedeutender als zwischen dem März und November; denn jener Zeitraum umfafste den Winter, das Frühjahr und den Sommer, dieser aber nur das Frühjahr, den Sommer und einen Theil des Herbstes. Daher zeigte sich im zweiten Versuche eine geringere Differenz zwischen oben und unten, als im ersten.

Durch Verdunstung des Wassers aus einem Meere concentrirt sich der Salzgehalt auf der Oberfläche. Wäre ein Meer eine ruhig stehende Wassersäule: so müfste sich in ihm eine Zunahme des Salzgehaltes von der Oberfläche nach der Tiefe ebenso herstellen wie in jenen Bohrlöchern. Bis zu der Tiefe aber, bis zu welcher die Bewegung der Wellen reicht [2]), vermischen sich die Wassertheilchen;

[1]) Die Wärmelehre. S. 438.

[2]) Diese Tiefe scheint derjenigen zu entsprechen, wo man auf

bis dahin ist also der Salzgehalt gleich. Wenn er aber bis zu dieser Tiefe in Folge der Verdunstung auch noch so wenig zunimmt: so wird doch, wie in den Bohrlöchern, das specifisch schwerer gewordene Wasser in das specifisch leichtere des ruhigen Meeres sinken. So erklärt sich genügend jener gröfsere fragliche Salzgehalt in der Tiefe des *Mittelländischen* Meeres.

Diese Erscheinung ist aber noch an die Bedingung geknüpft, dafs dieses Meer durch die Flüsse und durch den Regen weniger Wasser zurück erhält, als es durch Verdunstung verliert, und diese Bedingung findet wirklich statt (Bd. I. S. 434). In Beziehung auf die Strömung aus dem *Atlantischen Meer* in das *Mittelländische* bemerkt Cap. Smyth, dafs dieselbe in der Mitte stündlich 3 bis 6 engl. Meilen beträgt und eine Breite von 3½ Meilen hat. Schiffe, welche im Kanale von *Gibraltar* untergingen und im *Atlantischen Meer* wieder zum Vorschein kamen [1]), sprechen für einen unteren Strom in entgegengesetzter Richtung. Nach Smyth's Peilungen scheint jedoch die tiefste Stelle zwischen dem Kap von *Trafalgar* und *Spartel*, wo der Kanal am schmalsten ist, nur 1320 Fufs zu sein. Mit Recht bemerkt daher Lyell [2]), dafs wenn Wasser, in Folge seiner zunehmenden Dichtigkeit im *Mittelländischen Meer* bis zu gröfseren Tiefen als 1320 Fufs niedersinkt, es nicht in das *Atlantische* gelangen kann.

Im Weltmeer sind die Verhältnisse anders. Wenn sich auch in diesem die Wassertheilchen auf der Oberfläche durch Verdunstung concentriren und niedersinken: so mischt sich doch dieses salzreichere Wasser, in Folge der grofsen Meeresströmungen, beständig mit dem salzärmeren, und kann sich daher nicht local anhäufen. Dazu

dem Boden des Meeres noch festgewachsene Thiere findet, denen dadurch ihre Nahrungsmittel zugeführt werden. Beide Tiefen scheinen 600 Fufs nicht viel zu übersteigen, welches mit unmittelbaren Beobachtungen übereinstimmt (I. Aufl. Bd. II. S. 1606) Elie de Beaumont in Ann. de chim. et de phys. S. III. T. II. p. 118.

1) Philos. Transact. No. 385. p. 191. Gilbert's Ann. T. LXVIII. p. 118.

2) Principles of Geology. London 1833. Vol. I. p. 297 und Elements of Geology, latest Edition p. 295.

kommt, dafs das Weltmeer, in seiner ganzen Ausdehnung genommen, durch die Flüsse und durch Regen und Schnee immerfort eben so viel Wasser wieder zurückerhält, als es durch Verdunstung verliert. Lenz[1]) schöpfte Wasser bis zu den Tiefen von 6000 Fufs, welche daher um 2000 Fufs gröfser sind als die woraus Cap. Smyth geschöpft hat, und doch zeigte sich keine Zunahme des spec. Gewichts. Ebenso fand Ehrenberg[2]) die Proben des Meeresgrundes aus Tiefen von 10800—12900 Fufs im *Atlantischen Ocean* nicht sehr von Salz erfüllt; sondern sie bestanden aus einem fast salzlosen und lebensreichen Schlamm und Sand.

In Beziehung auf den veränderlichen Salzgehalt auf der Oberfläche und in verschiedenen Tiefen des Meeres verweisen wir auf Forchhammer's wichtige Untersuchungen Bd. I. S. 468 ff.

Nur in eingeschlossenen Meeren, oder wenigstens in solchen, welche nur durch enge Kanäle mit dem Weltmeer communiciren, und defshalb an jenen grofsen Strömungen keinen Antheil nehmen, kann in Folge der oben angeführten Ursachen eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe gedacht werden. Dafs eine solche partielle Zunahme keine allgemeine Abnahme des Salzgehaltes im Weltmeere herbeiführen kann, ist leicht einzusehen, wenn man erwägt, dafs dieses durch die Flüsse nicht reines, sondern Wasser zugeführt erhält, welches Salz, wenn auch in noch so geringen Mengen enthält (Bd. I. S. 283).

Was Lyell[3]) in Beziehung auf die Sättigung des Wassers in der Tiefe des *Mittelländischen Meeres* mit Salz, und den Absatz ausgedehnter Steinsalzlager sagt, gibt Anlafs zu der Bemerkung, dafs wenn das Wasser auf der Oberfläche durch Verdunstung selbst ganz mit Salz gesättigt werden sollte, diese gesättigte Flüssigkeit doch nicht ganz unvermischt mit salzärmerem Wasser in die Tiefe kommen könnte. Fände auch gar keine Wellenbewegung statt: so würde doch eine solche Mischung eintreten; um so mehr aber, wenn das Meer in heftiger Bewegung ist. In der Jetztzeit hat sich daher gewifs noch kein Steinsalz

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XX. S. 110.
[2]) Berl. Acad. Berichte. 1854.
[3]) Principles of Geology. London 1833. Vol. I. p. 298.

auf dem Boden des *Mittelländischen Meeres* abgesetzt, und dies scheint auch nicht die Meinung Lyells zu sein. Erst wenn der in einer Tiefe von 4020 Fufs gefundene Salzgehalt von 17,3 % nach und nach immer höher heraufrückt, und endlich die Oberfläche erreicht: so wird der Salzgehalt noch mehr zunehmen. So lange indefs das *Mittelländische Meer* fortwährend Zuflüsse von süfsem Wasser durch die Flüsse und durch den Regen so wie vom Meerwasser aus dem *Atlantischen Ocean* erhält, wird es schwerlich zur vollständigen Sättigung kommen.

Sollte durch irgend ein Ereignifs der Zusammenhang zwischen dem *Mittelländischen* und dem *Atlantischen Meere*, und mithin der Zuflufs aus diesem aufgehoben werden: so würden sich die Verhältnisse wesentlich ändern. Dann würde die Verdunstung die Oberhand über das zuströmende Wasser der Flüsse gewinnen, und das ganze *Mittelländische Meer* würde eine gesättigte Auflösung, und die Steinsalzbildung eine Nothwendigkeit werden. Solche Verhältnisse haben vielleicht im *Todten Meere* stattgefunden.

Könnte nachgewiesen werden, dafs sich das Steinsalz stets in Becken fände, welche durch die Ränder älterer Gebirge begrenzt würden: so liefsen sich solche Becken mit ehemaligen grofsen Meerbusen vergleichen, in denen bedeutende Quantitäten Meerwassers eingeschlossen gewesen wären, die, nach ihrer allmäligen Verdunstung, ihre Salze zurückgelassen haben würden. Es möchte aber schwer werden, solche Ränder überall in den Umgebungen der Steinsalzlager zu finden: namentlich nicht in den Umgebungen der mächtigen Steinsalzlager in *Württemberg*, *Baden* und dem Grofsherzogthum *Hessen*.

Wie sich jedoch jetzt noch Lager von Kochsalz aus dem Meerwasser bilden, zeigen die *Bessarabischen* Küsten des *Schwarzen Meeres*. Von der Mündung der *Donau* bis zu der des *Dniepr* erweitern sich alle Flüsse vor ihrem Ausflusse in das Meer zu gröfseren oder kleineren Landseen (Limans), welche von demselben durch einen Damm getrennt sind. Durch eine in diesem Damm befindliche Oeffnung strömen die Flüsse aus, oder es strömt auch bei Sturmfluthen das Meerwasser in diese Limans ein. Die grofsen Limans der grofsen Flüsse *Dniepr*, *Dniestr* u. s. w.,

in welche bedeutende Massen süfsen Wassers fliefsen, sind so schwach gesalzen, dafs der Salzgehalt nicht einmal zu schmecken ist. Die drei *Bessarabischen* Limans südwestlich von *Odessa* trocknen aber in jedem Sommer theilweise aus und setzen ihr Salz nahe am Ufer in sehr kleinen Krystallen ab, welche nur ½ bis 1 Zoll hohe Lager bilden; in der Mitte der Limans sind aber die Krystalle gröfser und bilden daselbst oft 1 Fufs hohe Lager. Dieses Salz wird zur Salzgewinnung benutzt, und im Jahre 1826 soll man aus den drei *Bessarabischen* Limans über 6 Millionen Pud (240 Millionen Pfund) gewonnen haben [1]). Dafs in vorhistorischen Zeiten auf gleiche Weise solche Salzabsätze stattgefunden haben werden, ist nicht zu bezweifeln. Denkt man sich eine fortwährende Senkung solcher Küsten und des Meeresbodens: so hat man ein Bild einer Steinsalzbildung in einem nicht kleinen Maafsstabe. Einer jener Limans ist mehr als 56 Werst lang und 2 bis 3 Werst breit.

Wird eine Meeresbucht durch Sandbänke vom Ocean so abgetrennt, dafs nur eine beschränkte Communication übrig bleibt: so werden, in Folge der Verdunstung des eingeschlossenen Meerwassers, Salzabsätze wie in den Salzgärten des *Mittelländischen Meeres* entstehen. Wird eine solche Bucht von den Sandbänken so eingeschlossen, dafs nur zur Zeit der Fluth das Wasser des *Ocean* über sie fliefsen kann: so wird das verdunstende Wasser immer wieder ersetzt, und die Salzabsätze dauern fort, bis die ganze Bucht durch sie und durch mechanische Sedimente ausgefüllt ist. Würde z. B. das *Rothe Meer* oder der *Persische* Meerbusen auf solche Weise vom *Ocean* abgetrennt: so würden sich unter der Voraussetzung, dafs die Süsswasser-Zuflüsse weniger als die Verdunstung betrüge, was von diesen in und nahe an der heifsen Zone gelegenen Meerbusen angenommen werden kann, Salzlager von einer Ausdehnung bilden, gegen welche unsere *Europäischen* verschwänden. Sollten die abtrennenden Sandbänke eine Höhe erreichen, über welche das Wasser des *Ocean* nicht mehr fliefsen könnte: so würde dieses doch noch fortwäh-

[1]) J. G. Kohl Reisen in *Süd-Rufsland*. Bd. I. u. II. 1841.

rend durch den Sand filtriren, und der in Lösung zugeführte kohlensaure Kalk würde in Folge der Verdunstung zum Absatze kommen. Lager von Steinsalz, Gyps und Kalkstein würden die schon vorhandenen Korallenbänke und Riffe einschliefsen, wozu noch die mechanischen Absätze der durch die Flüsse eingeführten schwebenden Theile kommen würden. Alle die Steinsalzlager begleitenden sedimentären Gesteine würden daher das Material zu ihrer Bildung finden.

Das Wasser des 60 engl. Meilen langen und 15 Meilen breiten *Todten Meer*, dessen Zusammensetzung (Bd. I. S. 313) mitgetheilt worden, kann nur eine durch Verdunstung aus Meerwasser oder aus anderem salzigen Wasser entstandene Mutterlauge sein. Auch die verhältnifsmäfsig bedeutende Menge von Brommagnesium läfst auf eine lange anhaltende Verdunstung schliefsen; denn nur in concentrirten Mutterlaugen, aus denen sich viel Kochsalz ausgeschieden hat, finden sich solche Mengen Brommagnesium. Da dieses Meer nur Zuflüsse, aber keine Abflüsse hat, und wegen seiner tiefen Lage auch keine unterirdischen Abflüsse haben kann: so geht das zugeführte Wasser nur durch Verdunstung wieder fort und läfst seinen Salzgehalt zurück.

Das Wasser des *Todten Meer* ist einem bedeutenden jährlichen Steigen und Fallen unterworfen. Die Winterregen und das Schmelzen des Schnee's auf dem *Anti-Libanon* bewirken ein Steigen um mehrere Fufs, während die lange anhaltende intensive Sommerhitze eine bedeutende Verdunstung verursacht [1]). Robinson und Smith [2]) fanden in dem Treibholze längs der Küste entschiedene

[1]) Ueber dem *Todten Meer* ruht nach Schubert stets ein dicker Nebel, so dafs die Einwohner von *Jericho* die südlichen Küsten nie zu Gesicht bekommen. Die Ursache hiervon soll in dem Mangel dort herrschender Luftströmungen liegen. Ohne Zweifel ist hierbei seine tiefe Lage eine mitwirkende Ursache. (Reise in das *Morgenland* in den Jahren 1836 und 1837. Bd. II. S. 440. Neu-Gehler. Bd. XI. S. 549.)

[2]) Notes on the geology of several parts of Western Asia: founded chiefly on specimens and descriptions from American Missionaries, by Edw. Hitchcock in Reports of the Meetings of the association of american geologists. Boston 1843. p. 369.

Zeichen, dafs der Wasserstand in einer Jahreszeit fünfzehn Fufs höher war als zur Zeit ihrer Anwesenheit, und dafs daher bedeutende Schwankungen in demselben stattfinden müssen. Das sich südlich hinziehende Thal hat in einer Länge von mehreren Meilen eine sehr niedrige Lage; ein Steigen des Wassers um wenige Fufs mufs sich daher mehrere Meilen weit gegen Süden erstrecken.

Diese bedeutende Zunahme der Fläche des *Todten Meer* befördert allerdings im hohen Grade die Verdunstung; gleichwohl übertrifft eine solche Verdunstung in einem heifsen Klima unsere Vorstellungen, die wir uns davon gewöhnlich zu machen pflegen [1]).

Das Wasser des *Jordan*, des Hauptflusses der sich in das *Todte Meer* ergiefsenden Gewässer, wurde von Hermbstädt [2]) und von Boutron-Charland und O. Henry [3]) analysirt. Die erstere Analyse ist aber gewifs nicht richtig. Das Wasser zur Analyse der letzteren beiden Chemiker wurde am 2. April 1850 da geschöpft, wohin sich die Pilger zu begeben pflegen, etwa 3 Stunden vom Ausflusse des *Jordan* entfernt. Das Wasser war klar, ohne merklichen Geschmack und von schwachem Geruch nach Erdöl. In 100000 Th. Wasser waren enthalten:

Chlornatrium	52,5
Chlormagnesium	25,0
Chlorkalium	Spur
Schwefelsaurer Kalk Schwefelsaure Magnesia	} 7,5
Erdige Bicarbonate	15,2 [4])
Kieselsäure Organischer stickstoffhaltiger bituminöser Stoff	} 5,0
	105,2

[1]) Zu *Port-Louis* auf *Mauritius* betrug die Verdunstung
im Jahr 1841 . . . 4′ 6″ 7‴ par. Fufs
" " 1842 . . . 4′ 4″ 2‴ " "
Poggendorff's Ann. Bd. LXI. S. 414. Obgleich diese Verdunstung sehr bedeutend ist, so wird sie doch durch die aus dem *Todten Meer* bedeutend übertroffen.

[2]) Schweigger's Journ. Bd. XXXIV. S. 183.

[3]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1853. S. 187 aus dem Journ. de Pharm. 1852. Vol. XXI. p. 161.

[4]) In der Uebers. steht 115,2. Dies kann jedoch nicht richtig

Das Wasser des *Jordan* zeigt eine Zusammensetzung, welche von der aller bis jetzt analysirten Flufswasser gänzlich abweicht. Es enthält 3,4mal so viel Bestandtheile und 22,5mal so viel Kochsalz als das Wasser der *Themse*, welches unter den sich in das Meer ergiefsenden Strömen das reichste an Bestandtheilen überhaupt als an Kochsalz insbesondere ist. Entweder ist daher das ganze Flufsgebiet des *Jordan* mit Chlorüren getränkt, oder der See *Tiberias*, aus dem dieser Flufs kommt, enthält eine ungewöhnliche Menge Chlorüre [1]). Hitchcock vermuthet, dafs die heifsen Quellen an der westlichen Küste dieses See's, deren Geschmack überaus salzig und bitter ist, die Hauptquelle der eigenthümlichen Zusammensetzung des *Todten Meer* sei.

Die Ufer dieses Meeres sind voll Salz. An der südwestlichen Küste findet sich ein interessanter Absatz von Steinsalz, genannt Kashum Usdum. Er bildet einen Rücken von 100 bis 150 Fufs Höhe und 5 engl. Meilen Länge, und ist bedeckt an mehreren Stellen mit Lagern von Kreidekalk. In demselben fand Hitchcock deutliche Spuren von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurer Magnesia. Daher, meint er, kann Usdum nicht der Hauptursprung der Salze im *Todten Meer* sein. Nach Bertou [2]) sollen die von den Bergen des Thales *Waddi el Chlor* herabkommenden Salzbäche den hohen Salzgehalt des *Todten Meer* veranlassen.

Nach Strabo's Erzählung bedeckt das *Todte Meer* den ehemaligen Boden der Städte *Sodom* und *Gomorra*, welche durch ein, mit heftigen Feuerausbrüchen begleitetes Erdbeben (oder, nach den Worten der Bibel durch

sein; denn dann würde die Summe der Bestandtheile nicht, wie angegeben, 105,2, sondern 205,2 betragen; eine so grofse Menge von erdigen Bicarbonaten finden sich aber selbst nicht in Säuerlingen, welche am reichsten an diesen Bestandtheilen sind.

[1]) Auf die Zusammensetzung des Wassers dieses See's kann man aus der der heifsen Quellen von *Ammaus* in der Nähe desselben einigermafsen schliefsen. Dieselben enthalten in 100 Th. Wasser 1,7 Chlornatrium, 0,04 Chlorkalium, 0,8 Chlorcalcium, 0,2 Chlormagnesium und 0,1 schwefelsauren Kalk. (C. G. Gmelin in Poggendorff's Ann. Bd. XLIX. S. 413 ff.)

[2]) Bulletin de la Soc. de Géographie. Jan. 1839. T. X. p. 274.

einen Schwefelregen) zerstört worden sein sollen. Nach Rufsegger's[1]) Beobachtungen soll das ganze Thal des *Jordan* eine grofse, wahrscheinlich in Folge vulkanischer Wirkungen gebildete Spalte sein. Hitchcock zieht dagegen aus den Untersuchungen der Missionäre den Schlufs, dafs keine Zeichen einer eigentlichen vulkanischen Eruption in oder um das *Todte Meer* herum vorhanden seien. Krater und Lava mögen in dem Gebirge östlich von demselben vorkommen; wenn aber der See selbst die Ausfüllung eines Krater wäre: so würde es unbegreiflich sein, warum nicht Lava an der westlichen Küste zu finden wäre.

Bertou und insbesondere Letronne[2]) haben die Gründe für die ursprüngliche Trennung der Bassins des *Todten* und *Rothen Meer* auseinandergesetzt. Rufsegger hält es dagegen für möglich, dafs das *Todte Meer* einst das ganze *Jordanthal* bedeckt und mit dem *Rothen Meer* communicirt habe, und dafs erst durch die Erhebung des Rückens zwischen dem *Waddi el Chlor* und dem *Waddi el Araba* beide Meere von einander abgeschnitten worden seien.

Wäre Rufsegger's Ansicht gegründet: so würde das Wasser des *Todten Meer* eine durch Verdunstung des Meerwassers entstandene Mutterlauge sein. Da der Spiegel desselben 1314 bis 1341 Fufs unter dem des *Mittelländischen Meer* liegt[3]): so würde dann eine Wassersäule von dieser Höhe durch Verdunstung verschwunden sein. Da indefs

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LIII. S. 182.

[2]) Nouvelles Annales des Voyages. p. 1839.

[3]) Poggendorff's Ann. Ergänzungsband 1840. S. 356 und Seymond in Compt. rend. T. XX. p. 884.

Eine so tiefe Lage eines See's unter dem Meeresspiegel gehört zu den merkwürdigen Erscheinungen. Nach Captain Will. Allan soll die 3000 Quadrat grofse *Arabische* Wüste 1300 Fufs unter dem Meeresspiegel liegen. Er macht daher den Vorschlag, diese Wüste durch zwei Kanäle aus dem *Todten* und *Mittelländischen Meere* zu bewässern, um den Seeweg nach *Indien* anzuknüpfen und gefahrloser zu machen. Illustrirte Zeit. 1856. 1. Jan. No. 652. Eine Bestätigung dieser Angabe ist sehr wünschenswerth.

Muthmafslich finden sich auch in *Algerien* derartige Lagen tief unter dem Meeresspiegel. So soll nach Virlet d'Aoust (Poggendorff's Ann. Bd. LXVI. S. 528) der See *Melghigh* etwa 53,7 Meter unter demselben liegen.

alles Land in den Umgebungen des *Todten Meer* bis zu dieser Höhe mit Meerwasser bedeckt gewesen wäre: so würde eine Wassermasse verdunstet sein, die sich noch bis jenseits des See *Tiberias* erstreckt hätte; denn auch dieser See liegt nach Symond noch 84 Fufs, nach Rufsegger[1]) sogar noch 625 Fufs unter dem *Mittelländischen Meer*. Durch Concentration einer so grofsen Wassermasse hätte wohl durch Ausscheidung von Kochsalz eine so gesättigte Mutterlauge entstehen können, wie sie das *Todte Meer* darstellt. Ehrenberg[2]) fand indefs in Wasser- und Grundproben aus dem *Todten Meer* vorherrschend jetzt lebende, auch fortpflanzungsfähige Süfswasser-Formen und schliefst hieraus, dafs es ein brackischer Süfswasser-See sei, der nie im directen Zusammenhange mit dem Meere war, da die kleinen Organismen desselben fehlen, oder nur unbedeutend repräsentirt sind.

Gegen diese Schlüsse sind jedoch einige Erinnerungen zu machen. Die Ufer des *Todten Meer* bestehen aus Kreidekalk. Ringsumher und namentlich im Thale des *Jordan* zieht sich das Kalkgebirge zum Theil bis zu unbekannten Entfernungen fort. Dieser Flufs und alle übrigen Zuflüsse führen also täglich dem *Todten Meer* kohlensauren Kalk in Auflösung zu. Im Frühjahre, wenn der Schnee schmilzt, oder nach starkem Regen, wenn die Gewässer sich trüben, kommen noch grofse Quantitäten von schwebendem kohlensauren Kalk hinzu. All dieser kohlensaure Kalk bleibt in demselben. Gleichwohl weisen die Analysen seines Wassers keinen kohlensauren Kalk unter seinen Bestandtheilen nach. Also nicht blos der in Suspension zugeführte kohlensaure Kalk, sondern auch der aufgelöste werden abgesetzt. Ehrenberg fand, dafs der Schlamm aus dem Meeresgrund stark mit Säuren braust und unter dem Mikroskope sehr reich an Polythalamien

[1]) Monatsbericht über d. Verhandlung der Ges. für Erdkunde in Berlin. II. Jahrg. 1840—1841. S. 70. Die Einsenkung des Terrains, an dessen Enden beide, vom *Jordan* durchströmte Bassins liegen, hat nach ihm eine Länge von 32 und eine gröfste Breite von 3,5 geogr. Meilen.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1850. S. 489.

erscheint. Es ist also keine Frage, der Grund des *Todten Meer* mufs mit mächtigen Sedimenten bedeckt sein. Sollte nun dieses Meer jemals mit dem *Ocean* in Communication gestanden haben: so würden die damaligen Meeres-Organismen längst unter diese Sedimente begraben worden sein, und könnten daher jetzt nicht mehr gefunden werden. Das Vorkommen der Süfswasser-Formen im *Todten Meer* kann mithin nichts gegen einen vormaligen directen Zusammenhang mit dem *Ocean* beweisen.

So lange nicht Zuflüsse zum *Todten Meer* gefunden werden, welche viel Chlormagnesium und wenig oder gar kein Chlornatrium enthalten, kann die Zusammensetzung seines Wassers nur aus einer bedeutenden Ausscheidung des letzteren Salzes erklärt werden. Solche Zuflüsse sind aber nicht zu vermuthen, da weder die Steinsalz-Lager, noch die Salzsoolen, noch das Meerwasser mehr Chlormagnesium als Chlornatrium enthalten, sondern im Gegentheile jenes entweder ganz fehlt oder, im Verhältnisse zu diesem, doch nur wenig beträgt. Wäre das Salzwasser des *Todten Meer* durch Verdunstung des Wassers des *Mittelländischen Meer* entstanden: so würde sich 13mal so viel Kochsalz ausgeschieden haben, als es jetzt noch enthält. In diesem Falle hätte das 37fache seiner dermaligen Wassermenge verdunsten müssen. Die Annahme, das Wasser des *Todten Meer* sei ursprünglich so zusammengesetzt gewesen, wie jetzt, entbehrt aller Wahrscheinlichkeit.

Das Kochsalz, welches sich auf dem Grunde des *Todten Meer* abgesetzt hat und noch fortwährend absetzt, scheidet sich gleichzeitig mit dem in seinen Zuflüssen aufgelösten kohlensauren Kalk aus. Diesen chemischen Niederschlägen mengen sich, da die Salzberge in der Umgebung auch mit Mergellagern bedeckt sind, thonige Theile bei. Im Frühjahre, wo die Zuflüsse durch Kalk- und Thontheilchen getrübt sind, entstehen blos mechanische Absätze; denn in dieser Zeit, wo durch Zuführung bedeutender Wassermassen die Salzlösung verdünnt wird, und die Verdunstung unbedeutend ist, schlägt sich kein Kochsalz nieder. Darauf folgen in der warmen Jahreszeit die chemischen Niederschläge von Kochsalz und kohlensaurem Kalk. Trüben sich in dieser Jahreszeit die Zuflüsse durch anhaltende Regen:

so entstehen an Kochsalz weniger reiche Sedimente. So mufs sich ein beständiger Wechsel von verschiedenen unregelmäfsigen, mehr oder minder dicken Schichten bilden. Alle diese Schichten werden Gyps enthalten, da, wie wir unten sehen werden, in einem Wasser, welches so viel Chlormagnesium wie das *Todte Meer* enthält, der Gyps höchst schwerlöslich ist, wie dies auch der geringe Gehalt dieses Salzes in ihm zeigt. Der dem *Todten Meer* zugeführte schwefelsaure Kalk kommt daher zum Absatze.

So weit in der ersten Auflage. Seit dem Erscheinen derselben untersuchte Lynch[1]) das Sediment, welches dem Grund des See's nahe in der Mitte desselben in einer Tiefe von 696[2]) Fufs entnommen war. Wasser extrahirte 20,5 %, welche fast ganz aus Chlornatrium bestanden. Der Rest bestand aus:

Kohlensaurem Kalk	42,9525
Kalk	1,4025 [3])
Kohlensaurer Magnesia . . .	0,2300
Magnesia	1,6575 [3])
Eisenoxyd	8,4075
Thonerde	9,0400
Kieselsäure	36,1675
Alkalien	Spur
	99,8575

[1]) Offic. Report of the Unit. States Exped. to explore the Dead Sea and the River *Jordan* by W. F. Lynch in Sillim. Am. J. (2) T. XIX. p. 147. Jahresb. 1855. S. 1020.

[2]) Moore und Beck fanden das Meer an einigen Stellen 1800 Fufs tief. Journ. of the geograph. Soc. Vol. VII. p. 456.

Es ist kein Grund vorhanden zur Annahme, dafs die Sedimente in den tiefern Stellen desselben wesentlich verschieden sein sollten von dem von Lynch untersuchten Sediment.

[3]) Beide Erden ohne Zweifel an Kieselsäure gebunden. Lynch hebt hervor, dafs, obgleich die Kalksteine des *Jordanthales* beträchtlichen Magnesiagehalt haben, doch nur wenig kohlensaure Magnesia in diesem Sediment enthalten ist. Dies berechtigt zu der Vermuthung, dafs der gröfste Theil der Kalkerde als Bicarbonat in das *Todte Meer* geführt wird; denn kohlensaure Wasser lösen aus einem dolomitischen Kalk nur wenig Magnesia auf. Im suspendirten Zustande scheint daher wenig kohlensaurer Kalk in das Seewasser zu kommen.

Der Absatz von Kochsalz, den ich in der ersten Auflage als höchst wahrscheinlich bezeichnet hatte, ist also durch diese Analyse eine Gewifsheit geworden, und ebenso verhält sich's mit dem Absatz von kohlensaurem Kalk.

Die Analyse weist keinen Gyps nach, der doch, wenn auch nur in geringen Mengen, in dem Wasser des *Todten Meer* gefunden wurde (Bd. I. S. 313). Geringe Mengen dieses Salzes können aber leicht entgangen sein, wenn Lynch darauf seine Aufmerksamkeit nicht gerichtet haben sollte.

Die Bildungen auf dem Grunde des *Todten Meer* bieten ein treues Bild von der Entstehung der Gemenge des Steinsalzes mit sedimentären Massen, wie z. B. des Salzthon dar. So besteht der mächtige Salzstock zu *Hall* in *Tyrol* aus durchaus regellos gemengten Niederschlägen [1]). Im *Dürrenberg* bei *Hallein* ist manchmal der Thon sparsam mit dünnen, oft kaum eine Linie dicken Lagen von Steinsalz und Gyps nach allen Richtungen durchzogen [2]).

Drei Salzthone von *Berchtesgaden* unterscheiden sich, nach Schafhäutl [3]), von den gewöhnlichen Thonarten durch einen starken Gehalt an kohlensaurer Magnesia und etwas Schwefeleisen. Erst nachdem der feingeriebene Salzthon durch Waschen von Kochsalz und Gyps befreit worden, brauste er mit Säuren. Die löslichen Substanzen bestanden aus Chlornatrium, Chlormagnesium und schwefelsaurem Kalk; die unlöslichen hatten die Zusammensetzung:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	47,75	53,00	6,45
Thonerde	12,90	17,10	4,80
Kohlensaurer Kalk	4,85	1,85	42,40
Kohlensaure Magnesia	14,45	12,33	40,60
Kohlensaures Eisenoxydul	16,81	14,55	0,90
Bitumen	2,53	1,18	4,31
Wasser	0,68	—	—
Schwefel	—	—	0,51
	99,97	100,01	99,97

1) Kopf im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XV. S. 425.

2) Schroll in v. Moll's Jahrbüchern der Berg- und Hüttenkunde. Bd. I. S. 199.

3) Münchener gelehrte Anzeigen. 1849. No. 183.

I. Lichtgrauer Salzthon, welcher die Räume zwischen den braunen Salzkrystallen ausfüllt.

II. Eine dunklere Sorte.

III. Schwärzlichbrauner Salzthon, riecht beim Zerschlagen bituminös und entwickelt mit Salzsäure Schwefelwasserstoffgas.

Der Absatz ähnlicher Salzthone, wenn auch nicht mit so reichem Gehalte an kohlensaurer Magnesia, der sehr bemerkenswerth ist, könnte wohl im *Todten Meer* gedacht werden. Wenn einst dieses Meer ganz ausgefüllt sein wird mit Sedimenten: so wird ohne Zweifel ein mächtiges Gebilde dieser Art entstanden sein.

Marchand [1]) fand in einer Erde aus der westlich vom *Todten Meer* gelegenen Salzwüste *Zeph* 16 % löslicher Salze und darunter eine reichliche Menge Brommagnesium. Höchst wahrscheinlich ist diese salzhaltige Erde ein Absatz aus dem ausgetretenen *Todten Meer*, da, wie oben bemerkt wurde, das mehrere Meilen lange Thal eine sehr tiefe Lage hat, und da eine reichliche Menge Brommagnesium nur von einer im Boden eingetrockneten Mutterlauge, wie das *Todte Meer* ist, herrühren kann.

Das Chlornatrium verliert seine Löslichkeit im Wasser um so mehr, je mehr darin Chlormagnesium aufgelöst ist. In Wasser, welches 27,4 % Chlormagnesium enthält, lösen sich ungefähr nur 2 % Chlornatrium auf. Je mehr sich daher durch Abdampfen einer Salzsoole oder eines Meerwassers das Chlormagnesium concentrirt, desto mehr scheidet sich Chlornatrium aus. Nach 18 Analysen von Mutterlaugen, welche durch Abdampfen der Soolen S. 1690 bis 1692 in der I. Auflage auf den dortigen Salzwerken erhalten wurden [2]), fällt die Summe des Gehaltes an Chlormagnesium und Chlornatrium zwischen die Grenzen 22,1 und 28,8 %. Da sich indeſs aus den untersuchten Proben meist etwas Chlornatrium ausgeschieden hatte, welches durch Erwärmen der Mutterlauge wieder aufgelöst wurde: so würde sich jenes Maximum vermindert haben, wenn das ausgeschiedene Salz in Abzug gebracht worden wäre. Die

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXVI. S. 463.

[2]) Heine Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XIX. S. 1 ff.

Summe des Gehaltes an Chlornatrium und Chlormagnesium scheint daher stets nahe gleich zu sein und der Zahl 22,1 ziemlich nahe zu kommen. Dies ist um so mehr zu erwarten, da die schwefelsauren Salze, welche in gröfserer oder geringerer Menge in den Mutterlaugen vorhanden waren, die Löslichkeits-Verhältnisse des Chlornatrium und Chlormagnesium veränderten. Das Chlorcalcium scheint nahe in demselben Verhältnisse, wie das Chlormagnesium, die Löslichkeit des Chlornatrium und auch des Chlorkalium zu vermindern. In zwei von Heine untersuchten Mutterlaugen, welche diese vier Chloride enthielten, betrug die Menge derselben 29,5 bis 29,9 %.

Im *Todten Meer* betragen diese vier Chlorüre in den Analysen I—IV. 21,4 bis 26,2 %[1]). Das Wasser dieses Meeres ist also, weil es viel von den erdigen Chlorüren enthält, mit Kochsalz gesättigt, und da dieses Salz ihm durch den *Jordan* und durch die übrigen Zuflüsse immerfort zugeführt wird, so mufs es sich beständig ausscheiden. Dies zeigt auch die Vergleichung der Analysen I, II und IV mit der von III ganz auffallend. In dem von Klaproth[2]) analysirten Wasser des *Todten Meer* hatte sich auch ein cubischer Salzkrystall, also unzweifelhaft Kochsalz ausgeschieden. Da das Wasser dieses Meeres schon an der Oberfläche eine, den Mutterlaugen der Salinen entsprechende gesättigte Auflösung ist: so kann eine Zunahme des Salzgehaltes mit der Tiefe nicht gedacht werden. Also auch diese Verhältnisse führen auf eine Ausscheidung des Kochsalzes, in Folge der Verdunstung des Wassers. Wir haben daher im *Todten Meer* eine Steinsalzbildung vor unsern Augen.

[1]) In Betreff der davon ganz abweichenden Verhältnisse in der Analyse V beziehen wir uns auf (Bd. I. S. 313.) Anmerkung 5.

[2]) Beiträge zur chemischen Kenntnifs der Mineralkörper. Bd. V. S. 185. Klaproth fand 7,8 % Chlornatrium, 24,2 Chlormagnesium und 10,6 Chlorcalcium. So viel konnten aber diese beiden zerfliefslichen Salze unmöglich betragen haben; denn sonst hätten, nach Heine's Untersuchungen, nicht 7,8 Chlornatrium vorhanden sein können. Aus dem Gange von Klaproth's Analyse ergibt sich, dafs er das Chlormagnesium und Chlorcalcium nicht im wasserfreien Zustande bestimmt hat.

Der See *Schiramihu* in *Persien* gleicht ausnehmend dem *Todten Meer*. Er nimmt 14 Flüsse auf, die, wie dort gewöhnlich, als Bergströme während der Schwellen sehr wasserreich, sonst aber klein sind, und gibt kein Wasser ab, aufser durch Verdunstung. Sein Bett wird zunehmend höher [1]). Ob dieser See, wie zu vermuthen, ein Salzsee ist, ist nicht angegeben.

Der See von *Oroomiah* im nordwestlichen *Persien*, welcher 80 engl. Meilen lang und an einigen Stellen 30 Meilen breit ist, ist auch ein Salzsee. Nächst dem *Todten Meer* enthält sein Wasser weit mehr Salze als irgend ein anderer bis jetzt analysirter Salzsee. Er hat, wie das *Todte Meer*, keinen Abflufs; er liegt aber wahrscheinlich 4000 Fufs über dem *Schwarzen Meer*. Nur wenige kleine Flüsse ergiefsen sich in ihn. Das specif. Gewicht seines Wassers ist 1,155 und seine Zusammensetzung:

Chlornatrium	19,05	92,70	86,37
Chlormagnesium	0,52	2,53	6,94
Schwefelsaurer Kalk . . .	0,18	0,88	0,34
Schwefelsaure Magnesia . .	0,80	3,89	6,08
Wasser	79,45	—	—
	100,00 [2])	100,00	99,73 [3])

Die Zusammensetzung dieses Salzwassers ist ganz verschieden von der des *Todten Meer*. Weil in jenem das Chlormagnesium nur sehr wenig beträgt: so kann darin eine viel gröfsere Menge Chlornatrium aufgelöst sein, als in diesem. Die Verhältnisse in der zweiten Zahlenreihe sind sehr verschieden von der Zusammensetzung des reinen Steinsalzes; man kann daher den *Oroomiah-See* nicht als eine blofse Auflösung von reinem Steinsalze betrachten [4]).

[1]) Morier's zweite Reise durch *Persien* u. s. w. 1820. S. 311. Neu-Gehler. Bd. XI. S. 549.

[2]) Hitchcock a. a. O. S. 404. Dieser Chemiker gab nach Marcet's Ansicht Chlormagnesium, Chlorcalcium und schwefelsaures Natron als Bestandtheile an; ich habe aber diese Salze auf Chlornatrium, schwefelsauren Kalk und schwefelsaure Magnesia reducirt.

[3]) Nach Abich aus Mém. de l'Acad. des sciences de S. Petersbourg. T. VII. p. 24 im Extraabdrucke.

[4]) Marcet, welcher lange vorher das Wasser dieses See's analysirt, sich aber blos auf die Bestimmung der Magnesia, des Chlor und

Das Wasser dieses See's steigt im Frühjahre, während der Regenzeit und des Schmelzens des Schnee's auf den umgebenden Gebirgen, drei bis sechs Fufs, und hierauf sinkt es allmälig bis zu seinem normalen Sommer-Stand. Gröfstentheils ist das Land in der Nähe des See's flach und nur wenig höher als der gewöhnliche Wasserstand. Es wird daher im Frühjahre weit überfluthet, und während des allmäligen Sinkens des Wassers bleibt eine sehr dünne Salzkruste auf dem überflutheten Lande zurück. Ein in der Nähe der Küste wohnender Bischof berichtete, dafs Salzbänke mit Sand- oder Erdschichten wechseln und damit bedeckt sind. Hier zeigen sich Verhältnisse, wie sie durch Lynch's Untersuchungen auf dem Boden des *Todten Meer* wirklich gefunden wurden.

Woher rührt der ungemeine Salzgehalt dieses See's? — Folgende Thatsachen beantworten diese Frage, nach Hitchcock, auf eine genügende Weise. Oestlich und nördlich vom See finden sich ausgezeichnete Steinsalzlager. Bedeutende Lager kommen in der Nähe von *Tabreez* im *Redmountain* vor, und aus diesem Gebirge kommt ein mehrere Ruthen breiter Salzwasser-Strom, der zwar nicht so salzhaltig als das Seewasser ist, aber doch zu salzig für den Gebrauch. Ein anderes Steinsalzlager bei *Khoy* ist nur 8 oder 10 engl. Meilen vom nördlichen Ende des See's entfernt. Hitchcock hält es für sehr wahrscheinlich, dafs dieses Lager im bunten Sandstein (new red sandstone) vorkommt.

Eine Steinsalzprobe von den erwähnten Lagern verhielt sich als reinstes Kochsalz. Eine andere war so durch-

der Schwefelsäure beschränkt hatte, fand 7mal so viel von dieser Säure, als Hitchcock. Letzterer bemerkt defshalb, dafs das Seewasser, welches er erhalten hatte, so stark mit Schwefelwasserstoff imprägnirt war, dafs es Silber sogleich schwärzte. Da dieses Gas nur von der Zersetzung der schwefelsauren Salze herrühren konnte, und da Marcet seine Gegenwart nicht erwähnt: so erklärt dies die geringere Menge von schwefelsauren Salzen, welche von Hitchcock gefunden wurde. Ueberdies wurde das von diesem Chemiker analysirte Wasser am nördlichen Ende des See's geschöpft, während das von Marcet untersuchte von einer anderen Stelle, wo sich an schwefelsauren Salzen reiche Mineralquellen in den See ergiefsen, herrühren mochte.

sichtig wie Steinsalzkrystalle; er konnte auch nicht Spuren von schwefelsauren Salzen oder von Kalk oder Magnesia darin finden. Er ist daher der Ansicht, dafs die anderen Salze, aufser dem Kochsalze, von Mineralquellen aus der Nachbarschaft herrühren. Dafs dieselben etwas dazu beitragen, ist wohl nicht zu bezweifeln. Die gröfsere Anhäufung dieser anderen Salze im See rührt aber ohne Zweifel von der allmäligen Ausscheidung des Kochsalzes an seinen Küsten, in Folge der Verdunstung des ausgetretenen Wassers her. Die Mutterlauge, welche theils die nicht krystallisirbaren Salze, theils die krystallisirbaren in geringer Menge enthält, fliefst in den See zurück, und häuft sich hier an.

In der grofsen Niederung im nördlichen *Asien*, deren tiefster Kessel das *Kaspische Meer* und der *Aral-See* einnimmt, und die sich weit in das Innere des Landes bis jenseits *Sarepta*, wie bis zum *Elton-See* und in die Steppen von *Bogdo*, zwischen der *Wolga* und dem *Jack* hinzieht, findet sich eine grofse Zahl von Salzseen. Sie liegen tiefer als der *Ocean*, oder in gleichem Niveau mit ihm[1]). Im Gouvernement *Astrachan* kennt man 129 solcher Seen, von welchen jedoch nur 32 ausgebeutet werden. Um *Kistiar*, im Gouvernement des *Caucasus*, werden von 21 Salzseen 18 ausgebeutet. Sie haben eine runde elliptische Gestalt; ihr Umfang beträgt selten über 9000 bis 12000 Fufs. Der ganze Boden längs des *Kaspischen Meer* von der *Wolga* bis zum *Terek* ist so stark mit Salz imprägnirt, dafs nur einige Salzpflanzen daselbst wachsen[2]).

Der Salzgehalt rührt in allen diesen Seen, wie im *Todten Meer* und im *Oroomiah-See*, von salzhaltigen Flüssen und Bächen her, welche sich in sie ergiefsen. Diese Zuflüsse nehmen ihren Salzgehalt aus Steinsalzlagern oder aus salzhaltigem Boden. Bekannt sind im *Russischen* Reiche nur zwei Steinsalzlager[3]), das von *Ilez*[4]) und im

[1]) von Humboldt Asie centrale. T. I. p. 49.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XVII. S. 505. — Ueber den Ursprung des Salzes in den Steppen von *Astrachan* vergleiche Murchison u. s. w. a. a. O. S. 196 und 320.

[3]) G. Rose's Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 225.

[4]) Ebend. S. 206.

Tschaptschatschi[1]). Jenes wird von einer Sandschicht bedeckt, deren Mächtigkeit, je nach der Unebenheit der welligen Oberfläche, nur einige Fufs bis einige Lachter beträgt. Im *Tschaptschatschi* ist das Steinsalz, in den verschiedenen Hügeln, in grofsen Nestern enthalten. Die geringe Tiefe des Salzlagers von *Ilez* macht es begreiflich, wie so leicht die Flüsse und Bäche, welche sich in die Salzseen ergiefsen, in unbekannte Salzlager einschneiden, und daraus ihren Salzgehalt ziehen können. Da indefs der Boden in jenen Gegenden häufig salzhaltig ist, wie am *Irtysch*[2]); da die ganze Steppe zwischen dem untern Laufe des *Ural-Flusses* und der *Wolga* einen grofsen Salzreichthum enthält: so mögen es häufiger die Salze im Boden, als eigentliche Salzlager sein, woraus jene Flüsse ihren Salzgehalt ziehen.

Nach G. Rose[3]) enthalten die Salzseen *Rufslands* am Boden stets eine mehr oder weniger dicke Salzlage. Sind die Seen tief, was indefs selten der Fall zu sein scheint: so ist die Salzlösung in der Tiefe gewifs salzreicher, als an der Oberfläche. Wenn daher das an der Oberfläche geschöpfte und der Analyse unterzogene Wasser noch vom Sättigungspunkte absteht: so kann das in der Tiefe gesättigt sein, und Salz aus ihm sich abscheiden. Eine starke Verdunstung zur warmen Jahreszeit bewirkt niedergehende salzreichere Strömungen, namentlich in der Mitte der Salzseen, wohin in windstillen Zeiten die schwach salzigen Zuflüsse nicht gelangen. Dadurch mehrt sich immerfort der Salzgehalt in der Tiefe. In sehr wenig tiefen Seen wird sich zwischen oben und unten kein merklicher Unterschied im Salzgehalte zeigen; in diesen werden aber auch wenige heifse Tage das noch weit vom Sättigungspunkte abstehende Wasser zur schnellen Sättigung und zur Abscheidung des Salzes bringen.

Wir beschränken unsere Betrachtungen auf diejenigen Salzseen, deren Wasser analysirt worden ist.

Der *Elton-See*, dessen gröfster Durchmesser 20 und dessen kleinster 16 Werste ist, liegt noch 19 Fufs unter

1) G. Rose's Reise nach dem *Ural.* S. 224.

2) Ebend. S. 13.

3) Ebend. S. 220.

dem Spiegel des *Ocean*. Er hat flache Ufer, und man kann ihn fast überall durchwaten. An seinen Rändern und auf seinem Boden findet sich überall krystallisirtes Salz. Dieses bildet 1 bis 2 Zoll mächtige Lager, welche durch feine Schlamm- und Erdlager von einander getrennt sind. Die Zahl der sich in ihn ergiefsenden Flüsse wird auf acht angegeben. Sie sind alle mehr oder weniger salzhaltig und führen daher dem See Salz zu. Der beträchtlichste unter denselben ist die *Charisacha*, der auch der einzige ist, welcher während des ganzen Jahres sein Wasser behält. In dem Lehmboden, der den See umgibt, sind eine Menge kleiner Gypskrystalle eingewachsen. Auf der Oberfläche des See's sah G. Rose[1]) häufig einzelne Krystalle oder kleine Krystallgruppen von Bittersalz schwimmen, gröfsere waren aus dem Wasser schon herauskrystallisirt.

Die Zusammensetzung des Wassers des See's ist nach

	Göbel[2]) April	Erdmann[3]) August	H. Rose[4]) October
Chlornatrium	13,124	7,451	3,83
Chlormagnesium	10,542	16,280	19,75
Chlorkalium	0,222	—	0,23
Brommagnesium	0,007	—	—
Schwefelsaure Magnesia	1,665	2,185	5,32
Schwefelsaure Kalkerde	—	0,036	—
Kohlensaure Magnesia	—	0,038	—
Extractivstoff	Spuren	0,505	Spuren
Wasser	74,440	73,505	70,87
	100,000	100,000	100,00

H. Rose bemerkt ganz richtig, dafs das Wasser des *Elton-See* nur eine sehr concentrirte Mutterlauge ist, aus welcher sich grofse Massen von Kochsalz während eines langen Zeitraums abgesetzt haben, und aus welcher sich

[1]) A. a. O. Bd. II. S. 259.

[2]) Reise in den Steppen des südlichen *Rufslands*. Bd. II. S. 1.

[3]) Beiträge zur Kenntnifs des Innern von *Rufsland*. Bd. II. S. 252. Erdmann führte unter den Bestandtheilen auch schwefelsaures Natron an; da aber dieses Salz in einer Temperatur über den Gefrierpunkt neben Chlormagnesium nicht bestehen kann, sondern in schwefelsaure Magnesia und Chlornatrium zerfällt: so habe ich danach die Analyse corrigirt.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. XXV. S. 169.

noch fortwährend während der Sommermonate Kochsalz absetzt, weil das verdunstende Wasser nicht hinlänglich durch zufliefsendes ersetzt wird[1]). Bei nur geringer Erniedrigung der Temperatur des Eltonwasser schiefst Bittersalz an. Obgleich das von ihm untersuchte bei nicht sehr hoher Temperatur geschöpft worden: so hatte sich doch am Boden der Flasche so viel Bittersalz abgesetzt, dafs sich dasselbe nur schwierig bei erhöhter Temperatur wieder auflöste. An den Ufern des *Elton-See* kommen daher im Sommer nur Gyps- und Kochsalzkrystalle vor; im Winter dagegen aufserdem viel Bittersalz, welches sich jedoch im Sommer in der Mutterlauge wieder auflöst. Nur in kühlen Sommernächten scheidet sich bisweilen, nach Pallas, mit dem Kochsalz Bittersalz ab, das aber während des Tages wieder aufgelöst wird.

Göbel untersuchte auch das Wasser des *Charisacha* I und des *Gorkoi-Jerik* II, der sich ebenfalls in den *Elton-See* ergiefst. In I a und II a ist der Salzgehalt auf Procente reducirt.

	I.	I a.	II.	II a.
		5,25 %		2,1 %
Chlornatrium	4,065	81,43	1,683	81,90
Chlormagnesium	0,520	10,42	0,165	8,03
Chlorcalcium	—	—	0,207	10,07
Schwefelsaurer Kalk	0,124	2,48	—	—
Schwefelsaure Magnesia	0,283	5,67	—	—
Wasser	95,008	—	97,945	—
	100,000	100,00	100,000	100,00

Beide Flufswasser erscheinen als Salzsoolen, welche

[1]) Gewöhnlich schlägt sich in jedem Sommer aus diesem See Kochsalz nieder. Von 1747 bis 1851 fand nur einmal, im Jahr 1776 dieser Niederschlag nicht statt. Der damalige Sommer war aber sehr regenreich und kalt. Zwei Werst vom Ufer entfernt grub man einen Brunnen. Die obersten Salzschichten waren $^2/_3$ bis $2^1/_2$ Zoll dick. Nachdem man 42 solcher Schichten durchgraben hatte, nahmen sie eine Dicke von 8 bis 9 Zoll an, und endlich nach 100 durchgrabenen Schichten kam man auf ein sehr festes Salzlager (Kobülin in Saratow in der Allgemeinen Zeitung vom 19. Nov. 1852). Es ist wohl kaum zweifelhaft, dafs alle diese Salzschichten Absätze aus dem See sind, und grofsentheils in früheren Zeiten, als noch nicht das Salz gewonnen wurde, stattgefunden haben.

reich an Chlormagnesium sind. Sie müssen ein Terrain durchfliefsen, welches eben so mit Salz imprägnirt ist, wie das im Salzgebirge, aus welchem solche Soolen kommen. Der reiche Gehalt an Magnesiasalzen in I, und die bedeutende abnormale Menge von Chlorcalcium in II weisen nach, dafs es unmöglich reine Steinsalzlager sein können, welche von diesen Flüssen ausgelaugt werden. Die Zusammensetzung I a nähert sich der mittleren Zusammensetzung des Meerwassers so sehr, dafs die Salzmasse, welche ausgelaugt wird, als der Rückstand von eingetrocknetem Meerwasser gedacht werden kann; denn wird ein solcher Rückstand von Wasser ausgelaugt, so lösen sich die leichtlöslichen Salze in gröfserer Menge auf, als die schwerlöslichen. Daher zeigt sich in I a ein gröfserer Gehalt an Chlornatrium, Chlormagnesium und schwefelsaurer Magnesia, und ein geringerer an schwefelsaurem Kalk, als im Meerwasser. Der Umstand, dafs der *Elton-See* unter dem Spiegel des *Ocean* liegt, spricht sehr zu Gunsten der Ansicht, dafs das Meerwasser, welches einstens die Niederung *Asiens* bedeckt hatte, durch Verdunstung vollständig zum Eintrocknen gekommen war; denn das Abfliefsen eines bis zu einem gewissen Grade concentrirten Meerwassers in das benachbarte Meer, wodurch reine Steinsalzlager hätten entstehen können, konnte wegen dieser tiefen Lage nicht stattgefunden haben. Woher die bedeutende Menge Chlorcalcium in dem Terrain stammt, welches der *Gorkoi-Jerik* durchströmt, ist schwierig zu erklären. Da sich keine schwefelsauren Salze in diesem Flufswasser finden: so ist man berechtigt, auf eine Zersetzung derselben im Rückstande von eingetrocknetem Meerwasser zu schliefsen.

Auf den ersten Blick mögen die bedeutenden Differenzen in den drei Analysen des Wassers vom *Elton-See* auffallend erscheinen. Die Summen des Chlornatrium und des Chlormagnesium sind in ihnen einander nahe gleich. Mit Abnahme des ersteren nimmt letzteres zu und umgekehrt. Göbel schöpfte das Wasser zu seiner Analyse im Frühjahr, wo die Wasserzuflüsse am gröfsten und die Verdunstung am geringsten waren, Erdmann im Sommer, G. Rose im Herbst. Mit Zunahme der Verdunstung

vermindert sich das Chlornatrium, weil es sich in Folge derselben ausscheidet, während das Chlormagnesium sich vermehrt. Es war daher zu erwarten, dafs man diesen Effect würde künstlich nachahmen können. Defshalb wurden folgende Versuche angestellt:

In einer Chlormagnesium-Auflösung wurde Kochsalz aufgelöst und diese Auflösung blieb einige Tage lang in einem offenen Gefäfs, der Sonnenwärme ausgesetzt, stehen, bis etwas Kochsalz herauskrystallisirt war. Die von diesem Kochsalz abgegossene Auflösung bestand aus:

(A)	Chlornatrium	8,70
	Chlormagnesium	16,63
	Wasser	74,67
		100,00

Diese Verhältnisse stimmen ziemlich nahe mit denen überein, wie sie Erdmann im *Elton-See* im August, mithin zu einer Zeit fand, wo sich gleichfalls schon Kochsalz abgeschieden hatte. Kommt zu dieser Auflösung eine gesättigte Kochsalzauflösung, welche 12,00 Theile Salz und 33,22 Theile Wasser enthält: so erhält man eine Auflösung, enthaltend:

Chlornatrium	14,25
Chlormagnesium	11,45
Wasser	74,30
	100,00

Diese Verhältnisse stimmen ziemlich nahe mit denen, wie sie Göbel im *Elton-See* im April, mithin zu einer Zeit fand, wo durch die vermehrten Wasserzuflüsse und durch die verminderte Verdunstung die Menge des Chlormagnesium abgenommen hatte. Ein Theil des im vorhergegangenen Jahre abgesetzten Kochsalzes wurde wieder aufgelöst. Es ist klar, dafs nur ein Theil davon wieder aufgelöst werden konnte; denn dasjenige Kochsalz, welches die Flüsse zugeführt hatten, wurde auch abgesetzt, und diese Menge ist es, wodurch sich die Absätze vermehren.

Da das Kochsalz in der durch Berechnung gefundenen Mischung 1,13 % mehr beträgt, als Göbel fand: so möchte man vermuthen, dafs das Wasser des *Elton-See* sich im April noch nicht ganz mit Kochsalz gesättigt hatte.

Wahrscheinlich rühren aber diese Differenzen von der Gegenwart der andern Salze her, welche die Fähigkeit des Wassers, sich mit Kochsalz zu sättigen, vermindert hatten. Geringe Temperatur-Unterschiede können nur wenig Einflufs auf die Lösungs-Fähigkeit dieses Wassers haben; denn steigt die Temperatur einer gesättigten Auflösung von Chlornatrium und Chlormagnesium von 14° R. bis 20° R.: so nimmt dieselbe von beiden Salzen nur noch 0,01 % auf.

Zu dem von H. Rose untersuchten *Elton*-Wasser müfste eine gesättigte Kochsalz-Auflösung, welche 24,11 Theile Kochsalz und 67,87 Theile Wasser enthielte, treten, um ein Wasser zu erhalten, in welchem Chlormagnesium und Chlornatrium in dem Verhältnisse vorhanden wären, wie es Göbel fand. Man würde dann ein Wasser erhalten, welches aus:

Chlornatrium	14,55
Chlormagnesium . . .	10,29
Uebrige Salze	2,89
Wasser	72,27
	100,00

bestehen würde. Diese Zusammensetzung nähert sich ziemlich derjenigen, wie sie Göbel wirklich fand. Da auch hier der berechnete Kochsalzgehalt gröfser ist, als der wirklich gefundene: so läfst dies gleichfalls schliefsen, dafs sich das Wasser des *Elton-See* im April noch nicht mit Kochsalz gesättigt hatte.

In einer Auflösung von Chlormagnesium, welche aber concentrirter war, als die zum obigen Versuche angewendete, wurde Kochsalz bis zur Sättigung aufgelöst, und dann der Verdunstung in der Sonnenwärme überlassen, bis etwas Kochsalz heraus krystallisirt war. Zu dieser, vom ausgeschiedenen Kochsalze abgegossenen, gesättigten Auflösung wurde schwefelsaure Magnesia gesetzt, und nach einiger Zeit die Flüssigkeit klar abgegossen. Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit war:

(B)	Chlornatrium	5,48
	Chlormagnesium	22,43
	Schwefelsaure Magnesia .	0,89
	Wasser	71,20
		100,00

Eine mit Kochsalz gesättigte Chlormagnesium-Auflösung kann also nur eine sehr geringe Menge schwefelsaurer Magnesia auflösen. Man begreift daher, wie sich aus einer solchen Auflösung, wenn durch Zunahme ihrer Temperatur etwas mehr schwefelsaure Magnesia aufgelöst wird, diese Menge bei Verminderung der Temperatur wieder ausscheidet.

Als endlich in einer sehr concentrirten Chlormagnesium-Auflösung Kochsalz aufgelöst wurde, und diese Auflösung in der Sonnenwärme mehrere Tage stehen blieb, bis sich etwas Kochsalz ausgeschieden hatte, war die Zusammensetzung der von dem Kochsalze abgegossenen Auflösung:

(C)	Chlornatrium	1,18
	Chlormagnesium	27,35
	Wasser	71,47
		100,00

Die Summen des Chlornatrium und des Chlormagnesium in den drei gesättigten Auflösungen (A) (B) (C) = 25,33; 27,91 und 28,53 fallen zwischen die Grenzen der oben (S. 57) angegebenen Summen beider Chlorüre in den Mutterlaugen von Salinen, und die beiden letzten kommen dem Maximum sehr nahe. Auch die Summen beider Chlorüre in dem zu verschiedenen Jahreszeiten analysirten Wasser vom *Elton-See* = 23,67; 23,73; 23,58, sowie die Summe der Chlorüre von Natrium, Magnesium, Calcium und Kalium im *Todten Meer* = 23,75; 23,60; 26,21, fallen zwischen diese Grenzen; nur die Summe dieser Chlorüre nach Marchand's Analyse = 21,41 fällt etwas unter das Minimum von 22,1; die Differenz ist aber nur 0,7.

Der Kochsalzgehalt im *Todten Meer* stimmt, nach den Analysen I, II und IV, mit dem des im August geschöpften Wassers des *Elton-See* sehr nahe überein. Ebenso kommt der Kochsalzgehalt in jenem Meere, nach der Analyse III, ziemlich nahe dem des im April geschöpften Wassers dieses See's. Im *Todten Meer* zeigen sich also ähnliche Schwankungen, jedoch innerhalb engerer Grenzen, wie im *Elton-See*, und dies ist, wenn man die grofse Wassermasse in jenem tiefen Meer berücksichtigt, eine merkwürdige Thatsache. Man kann nicht anders vermuthen, als dafs das Wasser des *Todten Meer* zur

Analyse III, welche in Beziehung auf den relativen Gehalt an Chlornatrium und Chlormagnesium so sehr von den anderen Analysen abweicht, im Frühjahre geschöpft wurde, in welcher Jahreszeit ein grofser Theil des im vorhergegangenen Sommer ausgeschiedenen Kochsalzes durch die vermehrten Wasserzuflüsse wieder aufgelöst worden war [1]).

Es wird eine Zeit kommen, wo sich der *Elton-See* ganz mit Chlormagnesium gesättigt haben wird; denn es wird ihm durch die sich in ihn ergiefsenden Flüsse immerfort dieses Salz in bedeutenden Mengen zugeführt. Dieser Sättigungspunkt tritt nach meinen Untersuchungen ein, wenn das Chlormagnesium im Wasser von 14°,5 R. bis auf 24,6 % steigt [2]). Aus einer solchen Auflösung kann nämlich kein Wasser mehr verdunsten; im Gegentheil zieht sie Wasser aus der Luft an, wenn die Sommerwärme abnimmt. Im *Elton-See* wird die Verdunstung dennoch fortschreiten, weil ihm Wasser beständig fort zufliefst. In einem heifsen Sommer, namentlich im Spätsommer und

1) Ich habe mir die Narrative of the United States Expedition to the Dead Sea nicht verschaffen können, um zu sehen, ob die Jahreszeit, in der das genannte Wasser geschöpft wurde, angegeben ist; die Resultate dieser Analyse habe ich aus dem Jahresberichte von Liebig und Kopp für 1849 S. 613 entlehnt.

2) Eine wässerige Auflösung von Chlormagnesium von 1,277 specif. Gewicht condensirte vom 19. Juli bis zum 5. September fortwährend Wasser aus der Luft. Bis zum 7. August erhielt sich ihre Temperatur auf 16°, von da an sank sie nach und nach bis auf 14°,5 R. Nachdem die Condensation aufgehört hatte, war das spec. Gewicht der Auflösung 1,225 bei 14°,5, und sie enthielt 24,603 % Chlormagnesium. Eine Auflösung von diesem Gehalte an Chlormagnesium absorbirt also bei 14°,5 kein Wasser mehr aus der Luft und gibt auch keines an sie ab. Die Condensation des atmosphärischen Wassers war sehr ungleichmäfsig selbst in den ersten 10 Tagen, innerhalb welchen die Temperatur der Auflösung unveränderlich blieb. Das Minimum derselben betrug 12, das Maximum 32 Gran in 24 Stunden. Diese Unregelmäfsigkeiten haben hauptsächlich ihren Grund in dem ungleichen Feuchtigkeitszustande der Atmosphäre.

Das Wasser der Seen in einem heifsen Klima, wie das des *Todten Meer,* dessen Temperatur in heifsen Sommertagen vielleicht bis auf 26° steigen mag, könnte wohl durch Verdunstung einen gröfseren Chlormagnesium-Gehalt als 24,6 % erreichen.

zu Anfang des Herbstes, werden sich aber dann die Wasserzuflüsse und die Verdunstung das Gleichgewicht halten: die gesättigte Auflösung wird so lange permanent bleiben, bis sich mit Abnahme der Temperatur die Verdunstung vermindert. Die Ausscheidung des Kochsalzes wird dann zunehmen; denn eine gesättigte Chlormagnesium-Auflösung kann höchstens nur 1 % Kochsalz aufgelöst halten, während das Wasser des *Elton-See* zur Zeit, als G. Rose es für die Analyse seines Bruders schöpfte, 3,83 % Kochsalz aufgelöst enthielt. Für die technische Gewinnung des Kochsalzes im *Elton-See*, der ²/₃ von dem ganzen Salzverbrauche in *Rufsland* liefert, werden dann die Verhältnisse noch günstiger; das Kochsalz wird aber weniger rein, indem es mit mehr Chlormagnesium getränkt werden wird.

Es folgen nun die Analysen des Wassers von neun Salzseen und einem Salzbach in der *Kirgisen-Steppe* und der *Krim*, welche bis auf eine (IV) von Göbel[1]) angestellt wurden. Nur das Wasser der wichtigsten derselben wurde auf Kali und Brom geprüft. Nach der Analogie ist wohl anzunehmen, dafs sich diese Substanzen in allen Salzseen finden werden. Da sich unermefsliche Quantitäten Kochsalz aus denselben nach und nach ausgeschieden haben: so wird das Brom darin gewifs in bedeutend gröfseren Quantitäten vorkommen als im Meerwasser, in den Soolen und im Steinsalz.

	I.	II.	III.
Chlornatrium	17,50	10,54	18,12
Chlormagnesium	17,95	9,91	5,73
Chlorkalium	—	—	0,62
Chlorcalcium	1,77	—	—
Schwefelsaurer Kalk	—	—	0,33
Schwefelsaure Magnesia . .	—	8,22	2,30
Wasser	62,78	71,33	72,90
	100,00	100,00	100,00

I. *Rother Salzsee*, zwei Werst von *Perekop*, ziemlich mitten auf der Landenge, welche den *Siwasch* vom *Schwar-*

[1]) A. a. O. und Poggendorff's Ann. Ergänzungsband Bd. I. S. 181.

zen Meer trennt. So viel Vertrauen die Analysen von Göbel verdienen: so mufs doch bei dieser ein Irrthum vorgefallen sein; denn aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dafs eine Menge von 35,45% Chlornatrium und Chlormagnesium in keinem Wasser aufgelöst sein kann. Das Maximum beider Salze, welches man in Mutterlaugen von Salzsoolen gefunden hat, ist 28,8%. Wenn aber durch Kochen eine Soole nicht höher concentrirt werden kann: so ist dies noch weniger durch blofse Verdunstung zu erreichen.

II. *Bittersalz-See* am *Kigatsch,* einem Arme, durch welchen sich die *Wolga* in das *Kaspische Meer* ergiefst. In diesem See, wie in 16 anderen in der Nähe vom *Kigatsch,* befindet sich ein 1 Fufs mächtiger Absatz eines Salzes, welches aus 1 Atom schwefelsaurem Natron, 1 At. schwefelsaurer Magnesia und 4 At. Wasser besteht. Die Bildung dieses Salzes kann nur dadurch erfolgen, dafs sich unter besonderen Umständen, vielleicht bei niedriger Temperatur, ein Theil der schwefelsauren Magnesia und des Chlornatrium gegenseitig zersetzen und dadurch schwefelsaures Natron, welches sich mit der unzersetzten schwefelsauren Magnesia verbindet, und Chlormagnesium entstehen[1]).

III. Der Salzsee *Tusly* unfern der grofsen Strafse von *Sympheropol* nach *Eupatoria.*

	IV.	V.	VI.	VII.
Chlornatrium	21,58	19,000	18,10	22,43
Chlormagnesium . . .	4,86	5,435	4,20	0,91
Chlorkalium	—	0,199	—	—
Chlorcalcium	0,89	0.989	—	—
Brommagnesium . . .	—	0,006	—	—
Schwefelsaurer Kalk .	0,07	0,028	—	0,05
Schwefelsaure Magnesia	1,03	—	4,20	0,69
Wasser	71,57	74,343	73,50	75,92
	100,00	100,000	100,00	100,00

IV. und V. *Bogdo-See,* nordöstlich vom *Bogdo-Berge* in der *Kaspischen Steppe,* hat 40 Werst Umfang[2]). IV.

[1]) Bekanntlich kann dieses Doppelsalz auch künstlich dargestellt werden. Es krystallisirt und enthält 6 Atome Krystallwasser.

[2]) Erdmann (Archiv für wissenschaftliche Kunde von *Rufsland*

ist die Analyse von **Erdmann**, V. die von **Göbel**. Seine beiden Hauptbestandtheile, Chlornatrium und Chlormagnesium, stimmen so ziemlich mit einander, besonders wenn man beachtet, dafs sie wahrscheinlich, wie im *Elton-See*, zu verschiedenen Jahreszeiten, in denen die Wasserproben geschöpft wurden, variiren. Schwefelsaure Magnesia kann nicht vorhanden sein, da beide Chemiker Chlorcalcium gefunden haben.

VI. Salzsee von *Tschakrakskoi* unweit der Stadt *Kertsch*, nur durch einen Streifen Land von 6—10 Faden Breite vom *Asow'schen Meer* getrennt und mit demselben in gleichem Niveau.

VII. *Stepanowa-See.*

	VIII.	IX.	X.		XI.
Chlornatrium . . .	23,928	2,76	14,20		17,80
Chlormagnesium .	1,736	0,07	1,93		0,17
Chlorkalium . . .	0,101	—	—		—
Chlorcalcium . . .	—	0,06	0,04	Schwefelcalcium [1])	–
Brommagnesium .	0,005	—	—		—
Schwefelsaurer Kalk	0,042	0,27	—		0,08
Schwefels. Magnesia	0,346	—	1,21		0,04
Wasser	73,842	96,84	82,62		81,91
	100,000	100,00	100,00		100,00

VIII. *Indersk'scher Salzsee* enthält einen Salzabsatz von ½—3 Zoll, über welchem eine 10 Zoll hohe gesättigte Lauge steht, aus der sich fortwährend Kochsalz ausscheidet.

IX. Ein in diesen See sich ergiefsender Salzbach.

X. Der *Siwasch* oder das *Faule Meer*, an der Ostküste der *Krim*, vom *Asow'schen Meer* nur durch eine schmale Landzunge getrennt. Seinen Namen hat er von dem abscheulichen Geruch, den **Göbel** mit dem eines Gemisches von Schwefelwasserstoff und Sumpfgas und von Exhalationen austrocknender schlammiger Ufer der

Bd. IX. S. 9) beschreibt einen Salzsee, nördlich vom *Bogdo-Berg*, von 6 bis 9 Werst Durchmesser und im Mittel nur von 17,5 Zoll Tiefe, dessen Wasser bei anhaltend trocknem Wetter ganz verdunstet und Salzkrystalle zurückläfst. Wahrscheinlich ist dieser See der *Bogdo-See*, weniger wahrscheinlich der Salzsee von *Arsargar* (XI).

[1]) Nebst Antheilen organischer stickstoffhaltiger Substanzen.

Salzseen vergleicht. Auch das Wasser dieses See's riecht nach Schwefelwasserstoffgas, um so stärker, wenn Salzsäure zugesetzt wird.

XI. Salzsee am *Arsargar* ist nach dem *Bogdo-See* der gröfste in der Steppe zwischen dem *Ural-Flufs* und der *Wolga.*

Unter 14 von Heine unternommenen Analysen von Mutterlaugen aus Soolen von verschiedenen Salinen (I. Aufl. Bd. II. S. 1690 ff.) finden sich nur 3, welche ¼ bis ½ so viel schwefelsauren Kalk enthalten, als reines Wasser auflösen kann. Die übrigen 11 enthalten keine Spur davon, obgleich die Soolen, aus denen sie erhalten wurden, dieses Salz enthalten. Die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium in diesen 11 Mutterlaugen fällt zwischen 22,1 und 28,8 %. In einer jener Mutterlaugen, welche 0,051 % schwefelsauren Kalk enthält, beträgt indefs die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium 23,8 %. Warum enthält diese Mutterlauge dennoch schwefelsauren Kalk? In den beiden anderen Mutterlaugen, welche 0,096 und 0,053 schwefelsauren Kalk enthalten, beträgt die Menge der beiden Chlorüre nur 19,1 und 19,7 %, aber sie enthalten aufserdem Chlorkalium und Chlorcalcium, so dafs in ihnen die Menge der sämmtlichen Chlorüre auf 29,5 und 29,9 % steigt.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich demnach, dafs, wenn die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium bis auf 22,1 oder 23,8 % in einer Mutterlauge steigt, kein schwefelsaurer Kalk mehr vorhanden sein kann; dafs aber, wenn aufser diesen Chlorüren noch Chlorcalcium und Chlorkalium vorhanden sind, letztere beiden Chlorüre die Auflösung des schwefelsauren Kalk nicht beschränken, vielleicht sogar befördern.

In vorstehenden Salzseen steigt in No. V, VII und VIII die Menge des Chlornatrium und Chlormagnesium auf 24,4; 22,4; 25,7 % und dennoch enthalten sie, freilich nur sehr geringe Mengen schwefelsauren Kalks. Es mufs dahingestellt bleiben, ob sich aus einer Mutterlauge, durch Verdunstung einer Soole in der Luftwärme erhalten, der schwefelsaure Kalk erst bei höherer Concentration des Chlornatrium und Chlormagnesium ausscheidet, oder ob vielleicht in den Analysen kohlensaurer Kalk irrthümlich

für schwefelsauren Kalk genommen wurde: ein Irrthum, der, wenn die gefundenen Mengen Kalk sehr gering sind, leicht stattfinden kann.

Die Verminderung oder das gänzliche Verschwinden des schwefelsauren Kalk bei Gegenwart von Chlornatrium und Chlormagnesium zeigen auch die Analysen des *Elton-See's*, welchem jenes schwefelsaure Salz doch durch den *Clarisacha* zugeführt wird. Dafs sich aus dem Wasser dieses See's mit dem Chlornatrium schwefelsaurer Kalk niederschlägt, zeigt die Analyse des Kochsalzes, welches aus ihm gewonnen wird (S. 23). Auch H. Rose fand ihn in mehreren Proben des Kochsalzes aus dem *Elton-See*[1]). Göbel entdeckte ihn auch in dem Schlamme desselben und oben (S. 63) war schon von den Gypskrystallen in dem Lehmboden seiner Umgebungen die Rede. Der schwefelsaure Kalk, welcher durch den Salzbach IX dem Salzsee VIII in gesättigter Auflösung zugeführt wird, mufs sich ebenfalls gröfstentheils niederschlagen, da dieser kaum $1/6$ so viel davon enthält, als jener. Auch aus dem Salzsee am *Kigatsch*, der ganz frei von schwefelsaurem Kalk ist, schlägt sich dieses Salz nieder; denn Göbel fand in dem oben erwähnten Doppelsalz mit Gyps gemengte Sandkörner.

Im *Todten Meere* finden sich gleichfalls nur geringe Mengen schwefelsauren Kalks. Da er jedoch stets darin vorkommt und in doppelt so grofser Menge wie im *Elton-See* nach Erdmann's Analyse: so kann dies nur von den bedeutenden Quantitäten Chlorcalcium und Chlorkalium im *Todten Meer* herrühren.

Der *Great-Salt-Lake*[2]) zwischen 112° und 113° westl. Länge *(Greenwich)* und 40° und 41°44′ Breite ist ein grofses Reservoir, in welches sich viele Flüsse und ein beträchtlicher Strom von 400 bis 500 engl. Meilen langem Lauf, der *Bear River* ergiefsen. Er ist einer von den vielen Seen zwischen den *Rocky-Mountains* und der *Sierra Nevada* von *Californien*. Er hat, wie diese, keinen Aus-

[1]) Reise nach dem *Ural* u. s. w. Bd. II. S. 264 u. 268.

[2]) Report of the exploring Expedition to the *Rocky-Mountains* u. s. w. by Brevet Capt. J. C. Fremont. Washington 1845. p. 275.

flufs in das Meer, noch irgend eine Verbindung mit dem *Columbia* oder mit dem *Colorado* des Meerbusens von *Californien*.

Ob der *Bear River*[1]) salzhaltig ist, wenn auch nur in geringem Grade, ist nicht untersucht worden. Das Wasser eines zweiten in den *Great-Salt-Lake* sich ergiefsenden Flusses zeigt keinen merklichen Salzgehalt. Da Fremont andere Flüsse bei seiner Untersuchung dieses Salzsee's nicht überschritten hat: so fehlen Nachrichten, ob irgend ein Zuflufs von salzigem Geschmack ist. Fremont erfuhr zwar von Walker, dafs am oberen Laufe eines Flusses, welcher sich in den mit dem *Great-Salt-Lake* communicirenden *Utah-Lake* mündet, ein unermefsliches Steinsalz-Lager von sehr grofser Mächtigkeit vorkommt. Da jedoch ersterer im *Utah-Lake* nur süfses Wasser fand: so kann der Salzgehalt im *Great-Salt-Lake* nicht von diesen Lagern herrühren. Findet daher eine Strömung zwischen beiden Seen statt: so kann nur süfses Wasser aus dem *Utah-Lake* in den *Great-Salt-Lake*, nicht aber Salzwasser aus diesem in jenen gelangen. Sollte auch keiner der in diesen Salzsee sich ergiefsenden Flüsse einen durch den Geschmack erkennbaren Salzgehalt zeigen; sollten dieselben nur die geringe, gleichfalls nicht schmeckbare Menge Salz des *Jordan* enthalten: so würde der bedeutende Salzgehalt in diesem See, gleichwie der im *Todten Meer*, als eine Folge der Verdunstung des Wassers zu betrachten sein. Seitdem die Configuration des dortigen Landes so wie jetzt ist, fliefsen viele Flüsse in den See. Unermefsliche Quantitäten Wasser, die er seitdem aufgenommen hat, verdunsteten aus ihm; nothwendiger Weise mufste er also salzhaltig werden. Dies schliefst jedoch nicht die Möglichkeit aus, dafs auf seinem Boden ein Salzlager vorhanden gewesen sein kann, welches durch die zufliefsenden Gewässer aufgelöst worden ist.

Nach Fremont ist dieser See ganz mit Kochsalz gesättigt. Die Klippen und Gesteine längs der Küste einer Insel in demselben fand er, so weit sie von den Wellen

[1]) Report of the exploring Expedition to the *Rocky-Mountains* u. s. w. by Brevet Capt. J. C. Fremont. Washington 1845. p. 132.

bespült werden, mit einer weifsen Salzkruste überzogen und das in Höhlungen der Felsen zurückgebliebene Seewasser mit einer solchen $^1/_8$ Zoll dicken Kruste bedeckt. Dieses an der Sonne getrocknete Salz war sehr weifs, fein und von reinem Salzgeschmack; es fanden sich aber darin eine Menge kleiner schwarzer Insecten. Fünf Gallons Meerwasser gaben durch rohes Abdampfen über dem Feuer 14 Pinten rein weifses Salz, welches bestand aus:

Chlornatrium	97,99
Chlormagnesium . . .	0,24
Chlorcalcium	0,43
Schwefelsaurem Kalk .	1,34
	100,00 [1])

Das Wasser des *Great-Salt-Lake* unterscheidet sich demnach durch seinen bei weitem vorwaltenden Gehalt an Kochsalz, und durch seine geringe Menge anderer Salze wesentlich von dem der oben angeführten Salzseen: nur das des *Oroomiah-See* kommt ihm ziemlich nahe. Eine solche Zusammensetzung läfst schliefsen, dafs sein Salzgehalt nur von reinen Steinsalzlagern, mögen dieselben von den in ihn sich ergiefsenden Flüssen durchschnitten werden, oder mögen sie ursprünglich auf dem Boden des See's vorhanden gewesen sein, herrühren kann.

Durch die weiter fortschreitende Verdunstung des Wassers des *Great-Salt-Lake* bis zum Salz-Absatze werden eben so reine Steinsalzlager entstehen, wie diejenigen sind, welche analysirt wurden.

Aus obiger Analyse ergibt sich, dafs das Wasser dieses See's noch nicht mit Kochsalz gesättigt ist. Daher kann auch noch nicht ein Absatz von Salz auf den Boden desselben stattgefunden haben. Fremont fand auch, dafs der Boden eine halbe Meile von der Insel entfernt, wo die Tiefe des Wassers 16 Fufs war, aus Thon bestand.

Ziehen wir eine Parallele zwischen dem *Great-Salt-Lake* und dem *Todten Meer*: so zeigt sich der Unterschied,

[1]) Das in der Analyse angeführte schwefelsaure Natron wurde auf schwefelsauren Kalk und Chlornatrium reducirt.

Eine neuere Analyse von Gale, welche ziemlich mit der obigen übereinstimmt, siehe Jahresbericht 1854. S. 772.

dafs jener eine fast reine Lösung von Kochsalz darstellt, aus der sich noch kein Salz ausgeschieden hat, während dieses die zerfliefslichen Chlorüre, namentlich das Chlormagnesium, in vorherrschender Menge enthält, und daher als eine Mutterlauge zu betrachten ist, aus welcher sich (S. 55) schon viel Kochsalz ausgeschieden hat. Der *Great-Salt-Lake* wird daher, wenn sich aus ihm gleichfalls Kochsalz ausscheidet, seine Zusammensetzung ändern und sie wird der des *Todten Meeres* ähnlich werden. Der Salzgehalt des ersteren ist überhaupt auch viel geringer, als der des letzteren, welcher nach den Analysen I bis IV (Bd. I. S. 313) 27,83 bis 35,72 %, nach der Analyse V indefs nur 17,55 % beträgt. In Betreff dieses so sehr abweichenden Resultates beziehen wir uns auf die Anmerkung Bd. I. S. 313. Der Kochsalzgehalt ist jedoch im Wasser des *Great-Salt-Lake* bei weitem gröfser als in dem des *Todten Meeres*, welcher nur zwischen 8,41 und 15,95 % schwankt.

Kapitel XIX. *)

Fluorüre.

Fluor findet sich in folgenden Mineralien: Flufsspath, Glimmer (bis 10,4 %), Holmit, Chromglimmer, Amblygonit, Fluorcerium, Yttrocerit, Pyrochlor, Leucophan, Parisit, Aeschynit, Hornblende (bis 1,5 %), Wernerit, Apatit, Topas, Pyknit, Chondrodit, Kryolith, Chiolith [1]), Fahlunit, Gigantolith, Wagnerit, Wavellit, Apophyllit, Karpholith, Cronstedtit. Auch im Periklin, Petalit, Fetartin, Orthoklas, Oligoklas, Porcellanit, Labrador und Anorthit fanden Breithaupt und Harkort [2]) Spuren von Fluor. G. Wilson [3]) fand Fluor auch im Basalt, Grünstein und Klingstein von *Arthur's Seat*, *Blackford* und *Corstorphin*, alle in der Nähe von *Edinburgh*, im Granit von *Aberdeen* und *Petersh* so wie auch in der Stein- und Holzkohle. Jameson und Wilson haben auf meine Bitte zur Prüfung auf Fluor ein Gestein angewendet, in dessen Drusenräumen Flufsspath vorkommt. Sie wählten dazu einen „porphyritic Augit-Greenstone" in den Umgebungen von *Gomock,* in welchem der Letztere wirklich Fluor fand [4]).

Nach Jenzsch [5]) findet sich Fluor in sämmtlichen von ihm untersuchten Kalkspathen und Aragoniten.

Nach Kap. I, No. 24 wird kieselsaurer Kalk durch alkalische Fluorüre zersetzt. Findet sich daher in einem kieselsäurehaltigen Mineral Kalium oder Natrium oder Lithium neben Calcium: so kann das Fluor nicht den al-

*) In den Citaten des I. Bandes ist dieses Kapitel als Kapitel XXII bezeichnet.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. IX. S. 179.

[2]) Ebend. Bd. LXXIV. S. 314.

[3]) Nach gefälliger Mittheilung von Prof. Jameson.

[4]) Gleichfalls.

[5]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVI. S. 145.

kalischen Metallen zugetheilt werden. Zersetzt sich ein solches Mineral im Mineralreiche, so kann es den Gewässern keine alkalischen Fluorüre und kein Kalksilicat liefern.

Nach H. Rose [1]) sind die am besten charakterisirten Glimmerarten, z. B. aus dem Granit, am reichsten an Fluor. Dasselbe kann nicht von beigemengtem Flufsspath (weil die Analyse keinen Kalk nachweiset), und Topas herrühren. Nachstehende Varietäten sind die von ihm auf Fluor geprüften Glimmer-Varietäten nach abnehmendem Gehalte desselben aufgeführt: von *Broddbo*, von *Zinnwald*, von *Altenberg*, von *Mursinsk*, aus *Sibirien*, sämmtlich von grauer Farbe; von *Kimito*, von *Börstils Säcken* in *Roslagen* in *Schweden*, von *Utön*, sämmtlich goldgelb; von *Massachusets*, aus *Rufsland*, von *Pargas*, von *Sola*. Da dieser Stoff mit dem Eisengehalte des Glimmer zu- oder abnimmt, so hält H. Rose für wahrscheinlich, dafs er darin mit Eisen verbunden sei. Nach einer anderen und wahrscheinlicheren Voraussetzung ist Fluor mit den Metallen der in den Glimmern vorkommenden Alkalien und zunächst mit dem Kalium verbunden. Kieselfluormetalle können nicht vorhanden sein, da der Glimmer durch Glühen nur einen sehr geringen Verlust erleidet. Ueberdies kann in einem Quellwasser, in welchem kohlensaures Natron vorhanden ist, nicht gleichzeitig Kieselfluornatrium existiren, weil letzteres durch ersteres in Fluornatrium und Kieselsäure zersetzt wird; es sei denn, beide befänden sich in solcher Verdünnung, dafs sie nicht auf einander wirken könnten.

Im Amblygonit haben wir Fluor und Phosphorsäure und die Basen: Thonerde, Lithion und Natron. Hier bleibt keine andere Annahme übrig, als dafs es mit dem einen oder anderen der Metalle dieser Basen verbunden sei. Rammelsberg theilt entsprechende Antheile Fluor diesen drei Metallen zu. Im Yttrocerit ist das Fluor mit Calcium, Cerium und Yttrium verbunden. Da im Pyrochlor nicht weniger als 9 Metalle vorhanden sind, so kann man nicht entscheiden, mit welchem das Fluor verbunden ist. Calcium ist in gröfserer Menge vorhanden, als das Fluor sättigen kann; es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs in

[1]) Schweigger's Journ. Bd. XXIX. S. 291.

diesem Mineral Fluorcalcium vorkommt. Im Leucophan sind 5 Metalle, unter denen Calcium in solcher Menge sich findet, dafs das Fluor gleichfalls damit verbunden vorkommen kann. Im Parisit kann das Fluor ebenfalls mit Calcium verbunden angenommen werden. Im Aeschynit, in den Hornblende-Varietäten, im Wernerit, im Apatit finden wir gleichfalls so viel Calcium, dafs wir die Verbindung des Fluor mit demselben annehmen können. Das Fluor im Wavellit theilt Berzelius mit Wahrscheinlichkeit dem Aluminium zu. Der Fluorgehalt des Apophyllit scheint, nach den Untersuchungen von Rammelsberg, nicht constant zu sein. Die Frage, in welcher Verbindung sich das Fluor im Minerale befinde, beantwortet er dahin, dafs das bei der Analyse erhaltene Fluorsilicat schwerlich existiren werde, sondern blos ein Product der Analyse sei. Der Apophyllit ist ein wasserhaltiges Mineral, welches in Drusenräumen und auf Klüften vorkommt; defshalb kann er nur eine Bildung auf nassem Wege sein. Aus Gewässern die Kali- und Kalksilicat enthielten, setzte er sich ab, und da, wie wir sehen werden, in Gewässern Fluorüre sehr häufig vorkommen: so ist deren Gegenwart im Apophyllitt leicht zu begreifen. War dieses Fluorür etwa Fluorcalcium: so werden sich aus den Gewässern Fluorcalcium und Kalisilicat niedergeschlagen haben.

Nach Berzelius's Analyse enthält der Apophyllit von *Utön* 1,54 % Fluor, die, wenn sie mit Kalium verbunden waren, nach der Zersetzung des Fluorkalium 3,88 % Kali lieferten, während die Analyse 5,27 % gibt. Nach Rammelsberg's Analyse enthält der Apophyllit von *Andreasberg* 1,28 % Fluor, welche, wenn sie mit Kalium verbunden waren, nach der Zersetzung des Fluorkalium 3,23 % Kali gaben, während die Analyse 4,9 % liefert. In beiden Fällen gibt also die Analyse mehr Kali, als die Zersetzung des Fluorkalium liefern konnte; ein Theil des Kali war daher an Kieselsäure gebunden. Noch mehr ist dies bei den anderen Apophylliten der Fall, wo das Fluor ein noch viel kleinerer Bruchtheil vom Kali ist. Wenn nun zur Bildung aller Apophyllite Kalisilicat erforderlich war, so kann das in seinem Gehalte veränderliche Fluor nicht eine wesentliche Rolle gespielt haben. Jedenfalls kann aber das

Fluor in diesen Mineralien nur an Calcium gebunden gedacht werden; denn Fluorkalium und Kalksilicat können nicht neben einander bestehen, ohne sich gegenseitig zu zersetzen.

Kryolith und Chiolith sind reine Verbindungen aus Fluornatrium und Fluoraluminium.

Im Karpholith und Cronstedtit, so wie überhaupt in allen Mineralien, in denen geringe Mengen oder nur Spuren von Fluor vorhanden sind, fehlen die Anhaltepunkte, die Metalle mit Wahrscheinlichkeit zu bezeichnen, an welche das Fluor gebunden ist. Die drei Zeolithe, Apophyllit, Karpholith und Cronstedtit bieten übrigens treffende Beispiele dar, wie fluorhaltige Mineralien durch Infiltration sich bilden können.

Fassen wir zusammen, was wir mit Bestimmtheit von den Fluor-Verbindungen in den Mineralien wissen: so reduciren sich dieselben auf die Metalle der Alkalien, auf Calcium, Magnesium, Aluminium, Cerium und Yttrium.

Dafs fluorhaltige Mineralien Zersetzungsprocessen unterliegen, zeigt der Parisit, welcher die bedeutende Menge von 23,5 % Kohlensäure enthält, welche gewifs nicht ein ursprünglicher Bestandtheil war. Ebenso möchte man geneigt sein, das basische Fluorcerium mit seinen 4,95 % Wasser für ein theilweise auf nassem Wege zersetztes neutrales Fluorcerium zu halten. Endlich zeigt auch der Pyrochlor, wovon sich die Species von *Brevig* in *Norwegen* durch ihren wesentlichen Wassergehalt (und durch den Gehalt an Uranoxyd) von der von *Miask* bestimmt unterscheidet, dafs Umwandlungsprocesse in diesem Mineral von Statten gehen [1]).

[1]) Wöhler (Poggendorff's Ann. Bd. XLVIII. S. 90) erwartet von künftigen Analysen die Entscheidung, ob die Species von *Brevig* mit der von *Fredrickswärn* identisch ist, oder ob sie eine dritte, besondere Varietät ausmacht. Jedenfalls scheint die Analyse, in Uebereinstimmung mit der Krystallform, für alle drei Arten dieselbe allgemeine Zusammensetzungsweise anzudeuten. In diesem Falle ist es sehr wahrscheinlich, dafs dieses Mineral einer Umwandlung fähig ist, welche, wie in vielen Fällen, durch Aufnahme von Wasser beginnt, und womit neue Stoffe hinzutreten und vorhandene fortgeführt werden.

Fahlunit und Gigantolith zeigen nur Spuren von Fluor. Ihr bedeutender Wassergehalt redet der Ansicht das Wort, dafs mit dem aufgenommenen Wasser diese Spuren aufgenommen worden seien. Haidinger[1]) betrachtet den Cordierit als den Anfangspunkt einer ganzen Reihe von Uebergängen, welche mit dem Glimmer als Endpunkt schliefst. Fahlunit, Gigantolith, Chlorophyllit, Bonsdorfit, Pinit u. s. w. sind nach ihm die Reste des Cordierits im pseudomorphen Zustande. In keiner der schon so oft analysirten Cordierit-Varietäten hat man Spuren von Fluor gefunden. Merkwürdig ist es jedoch, dafs sie sich nur in den nächsten Umwandlungsproducten derselben, im Fahlunit und Gigantolith, nicht aber in den entfernteren, namentlich nicht im Pirit finden, während das Fluor wieder im Glimmer auftritt[2]).

Die Apatite enthalten sehr veränderliche Quantitäten von Salzsäure. In denen von *Ehrenfriedersdorf* und vom *Gotthardt* sind sie fast unmerklich; wogegen hier die Flufssäure in gröfster Menge vorhanden ist. G. Rose[3]) zeigte, dafs die Apatite entweder Verbindungen von 1 At. Chlorcalcium und 3 At. basisch phosphorsaurem Kalk, oder von 1 At. Fluorcalcium mit ebenso viel phosphorsaurem Kalk, oder Gemenge von beiden seien. Darnach beständen:

die ersteren (Chlorapatite)		die letzteren (Fluorapatite)	
aus Chlorcalcium . .	10,62	aus Fluorcalcium . .	7,69
bas. phosphors. Kalk .	89,38	bas. phosphors. Kalk .	92,31
	100,00		100,00

So bestände z. B. der Apatit von *Snarum* aus:

Chlorapatit	40,3
Fluorapatit	59,7
	100,0

Vergl. G. Rose's[4]) neuere Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung des Apatit.

[1]) Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. V. Folge. Bd. IV.

[2]) Weitere und genauere chemische Untersuchungen sind indefs hierüber noch anzustellen.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. IX. S. 195. Vergl. Rammelsberg in dessen Handwörterb., zweites Suppl. S. 16.

[4]) Ebend. Bd. LXXXIV. S. 303 ff.

Unter allen Fluor-Verbindungen finden wir den Flufsspath am häufigsten und in den gröfsten Massen [1]). Er kommt vor in Drusenräumen, so in den Mandelsteinen auf Erz- und anderen Gängen im Granit, Gneifs, Glimmerschiefer, Porphyr, Diorit und Dioritporphyr und eingewachsen in körnigem Kalke. In Erzgängen bildet er nicht selten einen grofsen Theil der Gangmasse. Auch in sedimentären Gebirgsgesteinen kommt Flufsspath vor. So auf Erzgängen im Thonschiefer, in Drusenräumen von buntem Sandstein (mitten in Kalkspathdrusen bei *Riedlingen* im *Breisgau*, mit Quarz und Kalkspath bei *Waldshut*) [2]), im Bergkalk, im Grobkalk, in einer Sandstein-Breccie und im Gyps mit Schwefel. Alle diese Fundorte, seine Begleitung von Mineralien (z. B. Brauneisenstein) und von Substanzen (Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff [3])), die durch Hitze nicht nur nicht gebildet, sondern sogar zerstört werden, sein Vorkommen als Versteinerungsmittel, alles deutet entschieden auf eine Bildung auf nassem Wege. Für die Möglichkeit seiner Bildung auf feuerflüssigem Wege scheint zu spre-

[1]) Der mächtigste unter allen Flufsspathgängen ist nach Breithaupt (Paragenesis der Mineralien S. 200) der im Zechstein am alten *Liebenstein* im Herzogthum *Meiningen*. Im Kalkstein an den Ufern des *Musculonge-See's* in *New-York* fand man kürzlich Flufsspath-Würfel von mehr als ein Fufs Durchmesser. Jahrbuch für Mineral. u. s. w. 1849. S. 818.

[2]) Stizenberger in Frommherz Geol. 1856. S. 388.

[3]) Nach Schafhäutl (Ann. der Chem. u. Pharmacie. Bd. LXVI. S. 344) enthält der violblaue Flufsspath von *Welsendorf* in der *Oberpfalz* 0,00584 % Wasserstoff, 0,0365 % Kohlenstoff und 0,02073 % Stickstoff. Diese Beimengungen lassen auf organische Ueberreste schliefsen, welche die Gewässer mit dem Flufsspath abgesetzt haben. Von ihnen rührt ohne Zweifel der unangenehme Geruch her, den diese und einige andere Flufsspathe beim Reiben und Schlagen entwickeln. Vielleicht sind solche organische Ueberreste auch zum Theil die Ursache der so mannichfaltigen Färbungen, welche dieses Mineral zeigt. Auch Kenngott (Jahresb. 1853. S. 853) fand, dafs verschieden gefärbte Flufsspathe beim Glühen unter Entfärbung einen geringen Gewichtsverlust erleiden. So weit in der I. Aufl. Ich füge hinzu, dafs ich manchmal in der aus Flufsspath dargestellten Flufssäure einen deutlichen Geruch nach Moschus wahrgenommen habe. Nach den neuern Untersuchungen (Bd. I. S. 27) scheinen alle diese verschiedenen Gerüche von Antozon herzurühren.

chen, dafs er in den Auswürflingen des *Vesuv* mit Idokras, Hornblende, Augit, Glimmer und Nephelin, auch mit Sodalith verwachsen vorkommt; da indefs die Laven wegen ihrer porösen Beschaffenheit durch Gewässer leicht durchdrungen werden, da der Flufsspath darin nur in sehr kleinen Krystallen und nur in den Auswürflingen älterer Eruptionen vorkommt: so kann er sehr wohl ein Zersetzungsproduct fluorhaltiger Verbindungen in den Auswürflingen sein.

Das Vorkommen des Flufsspath in Drusenräumen und Gängen krystallinischer Gesteine, welche Glimmer und Hornblende als wesentliche Gemengtheile enthalten, scheint eine Beziehung zum Fluorgehalte dieser Mineralien zu zeigen. Diese Beziehung tritt noch mehr darin hervor, dafs in Drusenräumen augitischer Gesteine (Basalt) und der Trachyte kein Flufsspath gefunden wird; denn im Augit weiset keine einzige Analyse auch nur eine Spur von Fluor [1]) nach. Nur auf Erzgängen im Dolerit zu *Bolanos* in *Mexico* soll Flufsspath mit Quarz und Kalkspath die Gangart bilden.

Alle diese Fundorte des Flufsspath führen zu dem Schlusse, dafs er von zersetzten fluorhaltigen Gesteinen herrührt, und dafs Gewässer ihn in Gänge und Drusenräume geführt haben. Das Vorkommen von Quarz, Chalcedon, Hornstein, Eisenoxyd, Brauneisenstein, Eisenkies, Strahlkies, Psilomelan, Steinmark, Chlorit, Kieselzink, Zinkspath, Bleispath, Bitterspath und Kalkspath in Formen von Flufsspath, und seine Gegenwart in Mineralquellen liefern Beweise von seiner wirklichen Fortführung durch Gewässer [2]). Die eilf ersten jener pseudomorphen Mineralien sind offenbar schwerer löslich im Wasser als der Flufsspath; sie entsprechen daher dem allgemeinen Gesetze,

[1]) Es ist übrigens noch näher zu untersuchen, von welcher Natur das saure Wasser ist, welches der Hedenbergit, der dunkelgrüne Augit und der dunkelrothe Malakolith beim Erhitzen geben.

[2]) W. Phillips (Mineralogy 1823. p. 7) erwähnt einer Stufe, welche sich in der Sammlung der philosophischen Societät in *Truro* befindet und aus hohlen cubischen Krystallen besteht, die aus kleinen Krystallen von Quarz zusammengesetzt und beinahe ganz mit Wasser gefüllt sind.

dafs die Gewässer minder schwerlösliche Substanzen fortführen und dagegen schwerlöslichere absetzen. Die vier letzteren, namentlich der Zinkspath, Bitterspath und Kalkspath sind aber unzweifelhaft leichter löslich im Wasser als der Flufsspath. Man möchte daher vermuthen, dafs dieser nicht als solcher fortgeführt, sondern erst durch in Wässern aufgelöste Stoffe in leichter lösliche Verbindungen zersetzt wurde [1]).

[1]) Man hat gegen meine in der I. Aufl. dieses Werkes entwickelten Ansichten von der Bildung des Flufsspath bemerkt, dafs dieselben dem Vorkommen geringer Mengen dieses Minerals in Gängen sehr wohl entsprechen, dafs aber die grofsen Mafsen Flufsspath, welche in der Grauwacke des Harzes oder an dem südwestlichen Rande des *Thüringer Waldes* als Felsen gefunden werden, einer Bildungsart auf nassem Wege Schwierigkeiten entgegen setzen.

Wenn man für solche grofse Massen Flufsspath eine andere Bildungsart annehmen will, so kann wohl keine andere gedacht werden, als dafs sie als eruptive Massen im feuerflüssigen Zustande aus dem Innern der Erde aufgestiegen seien und weite Spalten ausgefüllt hätten, oder dafs sie durch Zersetzung von kohlensaurem Kalk durch Dämpfe von Flufssäure entstanden seien. Die plutonische Schule nimmt solche Processe wirklich an, aber mit welchem Rechte? — Flufsspath ist ein sehr wirksames Flufsmittel bei metallurgischen Processen. Würde daher nicht, wenn er im geschmolzenen Zustande in einer Spalte, etwa in der Grauwacke aufgestiegen wäre, das Gestein der Wände mit ihm zusammengeschmolzen sein? Würde man dann nicht, gleichsam als Sahlband, solche geschmolzene Massen zwischen dem Flufsspathgang und den Nebenpartieen finden? — Hat man aber jemals etwas dieser Art gesehen? — Die Ansicht, dafs Flufsspath in irgend einer Spalte als geschmolzene Masse aufgestiegen sei, ist daher eine gänzlich unhaltbare.

Was die zweite Ansicht betrifft, so wollen wir für einen Augenblick zugeben, dafs durch irgend einen Procefs in der Tiefe der Erde Flufssäure entwickelt werde. Eine Wirkung dieser Säure auf irgend ein Gestein könnte aber dann als möglich gedacht werden, wenn die Entwicklung derselben unmittelbar unter demselben stattfände. Müfsten die flufssauren Dämpfe erst aus der Tiefe durch eine Spalte streichen, so könnten sie nur dann als solche auf dieses Gestein wirken, wenn der Kanal mit Blei, oder noch besser mit Platin ausgefüttert wäre; denn es würde dasselbe geschehen, wie wenn wir die Wirkung der Flufssäure auf ein solches Gestein untersuchen wollten, und zu diesem Ende sie durch eine Glasröhre auf dasselbe streichen liefsen: es würde sich Fluorkieselgas bilden, da namentlich

Berzelius[1]) war es, der zuerst Flufsspath im *Carlsbader* Sprudelwasser und in den Sprudelsteinen auffand. In anderen *böhmischen* Mineralwassern wurde seine Gegenwart gleichfalls nachgewiesen, und aufserdem fand man ihn seitdem in mehreren Mineralquellen anderer Länder. Nicklès[2]) hat in verschiedenen Gewässern u. s. w. Fluor nachgewiesen, unter andern in den warmen Quellen von *Plombières*, in deren Absatz auch Daubrée[3]) kleine Flufsspathkrystalle gefunden hat.

Sehr interessant ist die in der jüngsten Zeit gemachte Entdeckung von der Gegenwart dieses Stoffs in gewöhnlichem Wasser. Middleton[4]) fand ihn in gröfserer und

die Grauwacke Kieselsäure als bei weitem vorherrschenden Bestandtheil enthält. Mit Blei oder edlen Metallen ausgefüllte Spalten gibt es aber nicht. Wollte man etwa annehmen, die Entwicklung der Flufssäure sei in so bedeutenden Mengen und so rasch von Statten gegangen, dafs nur ein Theil derselben durch Zersetzung des Gesteins der Spaltenwände in Kieselfluorgas umgewandelt worden wäre: so hätte doch dieses Gas bei seinem Zusammentreffen mit Wasser nahe an der Erdoberfläche oder auf derselben zersetzt werden müssen. Kieselsäure würde sich dann gebildet haben, die wir als Kieseltuff theils in den Spalten, theils auf der Erdoberfläche finden müfsten; nichts dieser Art zeigt sich aber an dem Ausgehenden der Flufsspath-Gänge. Wirkungen der Flufssäure, welche aus der Tiefe kommen soll, auf Gebirgsgesteine, an Stellen, die uns zugänglich sind, gehören daher zu den unmöglichen Dingen. Zu welchen Inconsequenzen man kommt, wenn man etwa im kohlensauren Kalk den Heerd der Entwicklung der Flufssäure annehmen wollte, dies habe ich in der I. Aufl. Bd. I. S. 527 gezeigt.

Die Gröfse der Massen kann uns wohl nicht abhalten, eine Bildungsart, wenn sie für geringe Mengen nachgewiesen ist, für grofse in Abrede zu stellen. Kann bewiesen werden, dafs die kleinste Quarzader etwa in der Grauwacke auf nassem Wege gebildet worden ist, und wer wird daran zweifeln: so ist keine Schwierigkeit vorhanden, sich den mächtigsten Quarzgang auf dieselbe Weise gebildet zu denken. Der Unterschied besteht nur darin, dafs zur Bildung des letzteren ein viel längerer Zeitraum erforderlich ist. Der Natur steht aber die Zeit in ungemessener Menge zu Gebote.

[1]) Gilbert's Ann. Bd. LXXIV. S. 135 u. 138.

[2]) Jahresb. 1857. S. 127.

[3]) Ebend. 1858. S. 755.

[4]) Edinb. new philos. Journ. July to Octob. 1844. p. 285. Daubeny (on the Occurence of Fluorine in recent as well in fossil Bo-

geringerer Menge in folgenden Substanzen: 1) in dem Absatze einer Wasserleitungsröhre einer Kohlengrube; 2) in einem Stalactiten aus dem alten rothen Sandsteine, welcher ungefähr 8 % Fluorcalcium enthielt; 3) in dem Absatze einer hölzernen Wasserleitungsröhre aus einem Gebäude; 4) in dem Absatze eines blos für siedendes Wasser gebrauchten Kessels; 5) in einem Gangstücke von Barytspath aus dem oben erwähnten alten rothen Sandsteine; 6) in einem fossilen Holze aus *Aegypten*, versteinert durch Infiltration von kohlensaurem Kalk; 7) in einem fossilen Holze aus *Aegypten*, versteinert durch Infiltration von Kieselsäure; in letzterem nur eine geringe Spur.

Längst ist es bekannt, dafs fossile Knochen mehr Fluorcalcium, als nicht fossile enthalten. Middleton fand, dafs Fluor nicht blos auf die Knochen der Säugethiere beschränkt ist, sondern auch in denen der Vögel und Reptilien, so wie in den Schalen der Mollusken vorkommt[1]). Letzteres betrachtet er mit Recht als einen entschiedenen Beweis, dafs Fluor eben so allgemein verbreitet ist wie Wasser.

An diese Versuche schliefsen sich neuere von Dr. G. Wilson an[2]). Derselbe fand, dafs durch einen Strom von Kohlensäuregas, geleitet in Wasser, in welchem fein gepulverter Flufsspath suspendirt war, so viel davon aufgelöst wurde, dafs oxalsaures Ammoniak einen Nieder-

nes. Idem p. 288), welcher gleichfalls in den fossilen Knochen mehr Fluor als in den neuern fand, meint, dafs diese Differenz die Folge der vollkommenen Zerstörung der organischen Materie in den fossilen Knochen sein möchte, indem das Fluor um so schwieriger abzuscheiden ist, je mehr organische Materie vorhanden ist.

[1]) Die Analyse der fossilen Knochen verschiedener Thiere (Pferd, Kameel u. s. w.) aus den *Sewalic Hills* lieferte 10,65 bis 11,68 % Fluorcalcium. In einem griechischen Schädel von ungefähr 2000 Jahr Alter fanden sich 5,04 und in dem Schädel einer ägyptischen Mumie 6,01 Proc. Fluorcalcium; dagegen in einem Schädel aus dem Wrack des *Royal George* nur 1,86, und in einem neueren Schädel 1,99 % Fluorcalcium. Die gröfsere Menge Fluor in den fossilen als in den nicht fossilen Knochen kann nur darin ihren Grund haben, dafs die Knochen um so mehr davon enthalten, je länger sie der Infiltration ausgesetzt waren.

[2]) Edinb. new philos. Journ. 1846. April to July. p. 205.

schlag gab, und nach dem Abdampfen ein Rückstand blieb, aus welchem Schwefelsäure Flufssäure entwickelte. Da er indefs bemerkte, dafs lange nachher, als alles Gas durch Erhitzen der Flüssigkeit verflüchtigt worden war, letztere doch noch klar blieb: so überzeugte er sich von der Auflöslichkeit des Fluorcalcium in reinem Wasser. Er fand, dafs sich 1 Theil Flufsspath in 26923 Theilen reinen Wassers [1]) und dafs heifses Wasser mehr als kaltes auflöst.

Die wässerige Lösung des Flufsspath gab mit Barytsalzen einen Niederschlag, der eine bedeutende Menge Salzsäure oder Salpetersäure zur Auflösung forderte. Hieraus ergibt sich die Schwierigkeit, aufgelöste Fluorüre von schwefelsauren Salzen zu unterscheiden, weshalb bei der Analyse von Mineralwassern erstere oft mit letzteren verwechselt worden sein mögen. Das gewöhnliche Verfahren, Fluor bei seiner Bestimmung in Fluorcalcium umzuwandeln, kann seiner Löslichkeit wegen keine genauen Resultate geben. Da Fluorbaryum viel schwieriger löslich ist, als Fluorcalcium, so ist die Umwandlung des Fluors in jene Verbindung vorzuziehen.

Wilson fand in einem Brunnenwasser zu *Edinburgh* und eben so im Meerwasser Fluor. In der Mutterlauge der Salzpfannen, worin Wasser aus dem *Firth of Forth* abgedampft wird, war es in einer sehr merklichen Menge vorhanden. So finden sich also alle vier Salzbilder, Chlor, Brom, Jod und Fluor im Meerwasser. Forchhammer [2]) fand auch im Wasser des *Baltischen Meers* Fluorcalcium [3]).

Berzelius schliefst aus seinen Versuchen, dafs das Natronbicarbonat das eigentliche Auflösungsmittel des Flufsspath im *Carlsbader* Wasser sei, dafs dasselbe aber kein Fluornatrium enthalte.

Die sehr geringe Menge Flufsspath im *Carlsbader*

[1]) Edinb. new philos. Journ. Bd. XLIX. p. 230.

[2]) Ebend. 1850. April p. 345 und dessen Mittheilungen in Bd. I. S. 441.

[3]) Wilson bestätigte auch Will's Entdeckung des Fluors in Pflanzen. In Folge des von Berzelius nachgewiesenen Vorkommens desselben in der Secretion der Nieren, fand er es auch im Blut und in der Milch. Auch dieses Vorkommen zeigt, dafs Fluor ein sehr allgemein verbreiteter Stoff sein müsse.

Wasser bestimmte Berzelius durch die Analyse der Sprudelsteine, welche es absetzt, und worin das Fluor nicht mit Kiesel, sondern blos mit Calcium vereinigt war. In einigen Sprudelsteinen fand er jedoch Kieselfluornatrium. Da der kohlensaure Kalk und das Fluorcalcium im Kohlensäuregase aufgelöst sich befinden, so müssen beim Entweichen dieses Auflösungsmittels beide zugleich niederfallen. Berzelius glaubte daher vermuthen zu können, dafs die genannten Verbindungen in dem Sprudelsteine in derselben relativen Menge, wie in dem Wasser selbst enthalten sein werden. Auf diese Weise fand er, dafs der Sprudel $\frac{1}{312500}$ Flufsspath enthalte [1]). Da nach Wilson reines Wasser mehr als so viel Flufsspath auflöst, so braucht man nicht mit Berzelius anzunehmen, dafs das Natronbicarbonat das eigentliche Auflösungsmittel des Flufsspath in diesem Wasser sei. Dampft man eine gröfsere Menge Sprudelwasser zur Trockne ab, so kann man aus dem Rückstande durch Schwefelsäure keine Flufssäure ausscheiden, weil darin so viel Kieselsäure sich findet, dafs das Fluor als Kieselfluorgas fortgeht. Es findet also ein wesentlicher Unterschied zwischen den Sprudelsteinen und den Rückständen statt, die durch Abdampfen des Sprudelwassers erhalten werden: jene enthalten nur die in Kohlensäure gelösten Stoffe, diese aber aufserdem alle übrigen unlöslichen Bestandtheile, und darunter namentlich Kieselsäure.

Aus den Versuchen von Berzelius erklärt sich auch, warum im Mineralreiche kein Kieselfluorcalcium vorkommt, obgleich Kiesel und Fluor so grofse Verwandtschaft zu einander haben; denn Wasser kann Flufsspath und Kieselsäure gleichzeitig enthalten, und doch setzt sich aus ihm kein Kieselfluorcalcium, sondern reines Fluorcalcium ab. Es kann daher auch die in den Gewässern aufgelöste Kie-

[1]) Nach Gilbert (a. a. O. S. 200) beträgt das jährlich aus den sämmtlichen heifsen Quellen *Carlsbad's* hervorkommende Glaubersalz gegen 200000 Centner. Da nun nach Berzelius die Menge dieses Salzes zu der des Flufsspath sich verhält, wie 2,58713 : 0,0032: so beträgt die Menge des jährlich sich absetzenden Flufsspath 247 Centner. Fliefsen nun Tausende von Jahren solche Wasser durch eine Spalte, so kann leicht so viel Flufsspath abgesetzt werden, als wir in Gängen finden.

selsäure Fluorcalcium verdrängen, wie die Pseudomorphosen kieseliger Mineralien in Formen nach Flufsspath nachweisen, oder es kann sich Quarz auf Flufsspath oder umgekehrt dieser auf jenen absetzen, wie man dies so häufig findet.

Fluorcalcium wird nicht von Kali- oder Natronhydrat, weder auf nassem, noch auf trocknem Wege, dagegen leicht von kohlensauren Alkalien auf trocknem Wege zersetzt.

Nach Berthier [1]) erhält man durch Zusammenschmelzen von Flufsspath und kohlensaurem Kali oder Natron, selbst wenn die letzteren in einer zu seiner Zersetzung unzureichenden Menge angewandt werden, leicht schmelzbare Verbindungen. Behandelt man sie mit Wasser, so löset dieses Fluorkalium und kohlensaures Kali auf. Die Rückstände enthalten stets Fluorcalcium, welches der zerlegenden Wirkung des kohlensauren Alkali widerstand. Dieselbe Zersetzung findet nach meinen Versuchen auch auf nassem Wege und zwar nicht blos in der Siedhitze, sondern sogar in gewöhnlicher Temperatur statt. (Kap. I Nro. 7) [2]).

[1]) Ann. de chim. et de phys. T. XXXVIII. p. 246.

[2]) Das bei diesem Processe zurückbleibende unzersetzte Fluorcalcium löset sich in Salzsäure in nicht unbedeutender Menge auf; aber diese Auflösung ist mit einer theilweisen Zersetzung verknüpft. Künstlich dargestelltes Fluorcalcium (durch Fällung einer Lösung eines Kalksalzes durch Fluorkalium erhalten) ätzt, wenn es in einem gläsernen Gefäfse mit Salzsäure übergossen wird, das Glas sehr bedeutend. Beim Zusetzen der Salzsäure erhält man zuerst eine nicht ganz klare Auflösung, die sich nach einigen Tagen scheinbar trübt. Die nähere Untersuchung zeigt aber, dafs diese Trübung von dem geätzten Glase herrührt.

Die Auflöslichkeit des Fluorcalcium in Salzsäure ist bei der Prüfung eines Wassers oder irgend einer Verbindung, in der man dieses Salz vermuthet, wohl zu berücksichtigen. Pearsann (l'Institut 1844. No. 568) bemerkt richtig, dafs die Gegenwart des Fluor in den Gewässern den Chemikern wahrscheinlich defshalb entgangen ist, weil sie diese Auflöslichkeit nicht berücksichtigt haben. Nach ihm soll man den Flufsspath, nach dem Abdampfen seiner salzsauren Auflösung, in Krystallen erhalten.

In einem meiner Versuche löste ich im Wasser $\frac{1}{80}$ kohlensaures Kali auf und setzte zur Auflösung $\frac{1}{1080}$ Flufsspath. Diese Menge gibt nach ihrer Zusammensetzung $\frac{1}{844}$ kohlensauren Kalk, der sich

Es ist daher zu begreifen, wie Flufsspath, wenn er in gewöhnlicher Temperatur mit Gewässern in Berührung kommt, welche kohlensaure Alkalien enthalten, nach und nach in kohlensauren Kalk umgewandelt wird. Betragen die Gewässer nicht so viel, dafs dieser kohlensaure Kalk in Auflösung fortgeführt wird: so ist die Bildung der oben (S. 84) angeführten Pseudomorphose des Kalkspath in Formen von Flufsspath ohne Schwierigkeit zu denken. Es ist dann aber auch nicht eine Pseudomorphose durch Verdrängung, sondern durch Umwandlung.

Es findet sich aber auch Flufsspath in Formen von Kalkspath und Barytspath im *Teufelsgrund* im *Münsterthal.* Dies sind die einzigen bis jetzt bekannt gewordenen Fälle, dafs der Flufsspath in den Formen anderer Mineralien vorkommt. Jene Pseudomorphose beschrieb zuerst Blum[1]), später fügt A. Müller[2]) einige Bemerkungen

im Wasser aufgelöst hatte. Da er nur als einfach kohlensaurer Kalk, nicht als doppelt kohlensaurer aufgelöst sein konnte, so mufs eine so bedeutende Auflöslichkeit auffallen; denn selbst in einem mit Kohlensäure geschwängerten Wasser kann man nicht so viel kohlensauren Kalk auflösen. Entweder ist der einfach kohlensaure Kalk in statu nascenti viel auflöslicher, als in seinem schon gebildeten Zustande, oder das Fluorkalium stellt mit ihm eine Doppelverbindung dar, welche viel auflöslicher als der einfach kohlensaure Kalk für sich ist. Hieraus ergibt sich, dafs der kohlensaure Kalk, welcher sich bilden würde, wenn Gewässer, kohlensaure Alkalien enthaltend, auf ihrem Laufe mit Flufsspath in Berührung kämen, Wasser genug zur Auflösung finden würde.

Diese Verhältnisse dürften einen Wink geben, wie manche sehr schwerlösliche, oder in der Chemie für unauflöslich gehaltene Stoffe in den, in der Erde circulirenden Gewässern sich in statu nascenti viel leichter auflösen können, als wenn wir sie, schon gebildet, aufzulösen versuchen.

1) Blum Pseudomorphosen. Erster Nachtr. S. 21.

2) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 415. Diese Verdrängungspseudomorphose steht nicht isolirt da. Bournon (Catalogue de sa Collection etc. p. 11) führt an, dafs im Bergkalke von *Derbyshire* Entrochiten (Cyathocrinites) vorkommen, von denen die eine Hälfte aus Flufsspath, die andere aus Kalkspath besteht. In Werner's Sammlung findet sich ein ausgezeichneter Crinoideenstiel in krystallisirtem Flufsspath eingeschlossen und Sack (Jahresb. des naturwissensch. Vereins in Halle. 1849—50. S. 77) beschreibt Säulenglieder von

hinzu: die Rhomboederflächen sind sehr zurückgedrängt, theils hohl und dann innen und aufsen drusig, theils solid, d. h. innen mit einer weifsen scheinbar erdigen (durch

Rhodocrinites verus Goldf., welche beim Zerschlagen eines grofsen Flufsspathkrystalls zum Vorschein kamen. Auch das nicht seltene Vorkommen des Flufsspatlh in Kalksteinen (S. 83) und in fossilen Knochen deutet auf eine Fällung desselben aus Gewässern durch den kohlensauren Kalk der Kalksteine wie der Knochen.

Nach Dana (Sillim. Journ. 1846. Bd. II. S. 88) scheinen in der Korallenmasse die Fluorüre 0,25, die phosphorsauren Salze 0,05 % zu betragen; ein Korallenriff von 1 Meile Länge, $^1/_2$ Meile Breite und 100 Fufs Höhe würde daher über 500 Millionen Pfund von diesen Verbindungen enthalten Das Vorkommen von Flufsspath, Apatit und Chondrodit in Kalksteinen, welche aus Korallen- und Konchylien-Resten zusammengesetzt sind, erklärt sich also aus der Gegenwart jener Substanzen und der Kieselsäure, welche etwas weniger als die Fluorüre beträgt; aber gewifs nicht, wie Dana meint, blos aus einer Anziehung und Zusammenhäufung gleicher Atome. Kohlensäurehaltige Gewässer, welche durch solche Kalksteine dringen, lösen kohlensauren Kalk und Fluorcalcium auf. An Stellen, wo sie stagniren, findet der Austausch zwischen dem kohlensauren Kalk des Gesteins und dem aufgelösten Fluorcalcium statt: dieses setzt sich ab, von jenem nehmen die Gewässer eine entsprechende Menge auf und führen sie, so wie den schon aufgelösten kohlensauren Kalk fort. So wird es begreiflich, wie sich selbst Flufsspathwürfel von mehr als ein Cubikfufs Gröfse nach und nach absetzen und sich Platz verschaffen können. Dana räumt ein, dafs Flufsspath unter Wasser krystallisiren könne, weil er im Wasser löslich ist und im Meerwasser wirklich vorkommt. Apatit und Chondrodit sollen aber Hitze voraussetzen, weil sie sich in körnigen Kalksteinen finden. Durch die Hitze, welche den Kalkstein in körnigen Kalk umgewandelt hat, sollen sich also diese Mineralien gebildet haben. Es ist sonderbar, wie man sich durch unhaltbare Hypothesen verführen läfst, analoge Erscheinungen verschiedenen Ursachen zuzuschreiben. Kommt denn nicht auch der Flufsspath im körnigen Kalkstein vor, und ist nicht auch der Apatit im Wasser löslich? Ist etwa der Fluorapatit S. 82 eine halb plutonische und halb neptunische Bildung? — Wann wird es denn einmal dahin kommen, dafs man solche Ansichten nicht mehr zu widerlegen braucht? — Verdrängungs-Pseudomorphosen von Apatit nach Kalkspath kennen wir nicht; da aber jener viel schwerlöslicher als dieser ist: so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs auch der Apatit durch den kohlensauren Kalk aus seiner wässrigen Lösung niedergeschlagen werden kann, und daher gerade so wie der Flufsspath in Kalksteinen entsteht.

die Lupe körnig krystallinischen) Masse erfüllt, die sich vor dem Löthrohr wie Flufsspath verhält. Die äufseren Seitenwände erscheinen trotz der drusigen Oberfläche im Grofsen glatt, und die Formen haben sich sehr gut und deutlich erhalten. Die äufsere drusige Bekleidung ist jedoch von der innern oder bei den soliden Krystallen von der erdigen Ausfüllungsmasse durch eine sehr egale postpapierdünne Haut oder Zwischenwand scharf getrennt, welche die Contouren des ursprünglichen Kalkspath-Skalenoeders augenscheinlich aufs Genaueste conservirt hat und sich auf dem Querbruch durch die gelbbraune Farbe von der innern und äufseren Flufsspath-Bekleidung sehr deutlich unterscheidet. Diese lebhaft rostbraune Haut schimmert röthlich durch die farblosen kleinen Flufsspath-Würfel, welche die äufsere drusige Bekleidung der Skalenoeder bilden. Die Haut selbst, augenscheinlich aus Braunspath bestehend, scheint für jeden derselben, nach der scharfen durchgehenden Spaltbarkeit zu schliefsen, aus einem einzigen Individuum zu bestehen. Diese Pseudomorphosen stehen vereinzelt auf einem ziemlich ebenen kleindrusigen Feld von ganz ähnlichen farblosen Flufsspath-Würfeln, welche als leichter Ueberzug eine etwas dickere drusige Quarzkruste überlagern, die ihrerseits unmittelbar auf dem Nebengestein, dem Gneifs aufsitzt. Sämmtlicher Flufsspath ist augenscheinlich von derselben Generation.

Von dieser Pseudomorphose unterscheidet sich eine andere darin, dafs die Seitenwände an verschiedenen Stellen durch ansehnliche Lücken unterbrochen sind, welche den Einblick in das Innere gestatten, und dafs der weifse Barytspath, in welchen die Flufsspath-Druse übergeht, mit sehr kleinen sechsfach enteckten Flufsspath-Würfeln überzogen ist.

Da der kohlensaure Kalk viel leichtlöslicher im Wasser ist, als das Fluorcalcium, so entspricht eine solche Pseudomorphose ganz dem Gesetze, dafs die Gewässer leichtlöslichere Substanzen auflösen, und dagegen schwerlöslichere in der Form derselben absetzen.

Flufsspath nach Barytspath beschrieb A. Müller [1]):

[1]) A. a. O.

Aufsen drusig aus lauter kleinen bräunlichen Flufsspath-Würfeln von ungefähr 1''' Kantenlänge bestehend, innen späthigkörnig. Manche Tafeln enthalten mehr oder weniger Blende gangartig eingesprengt. Auf dem Querschnitt deutet ein dünner bräunlicher Streif die Stelle der ursprünglichen Barytspath-Tafeln an. Die untere (von der eben beschriebenen Hauptseite abgekehrte) Seite zeigt starke Vertiefungen, ausgekleidet mit offenbar jüngern Barytspath-Krystallen, an welche sich, die Baryte zum Theil überlagernd, grofse Flufsspath-Würfel anschliefsen.

In andern Stufen waren einzeln stehende Tafeln der Grundform aus lauter kleinen bräunlichen Flufsspath-Würfeln von 1''' Kantenlänge zusammengesetzt. Hie und da drängen sich einige enteckte Bleiglanz-Würfel dazwischen und zeigen das Bestreben ein körniges Gemenge zu bilden. Ein bräunlicher Streif auf dem Querbruch deutet auch hier die ursprüngliche Ansatzfläche an. Die Tafeln sitzen einzeln und ohne Ordnung auf grofsen Flufsspath-Würfeln, die zu einer stattlichen Druse gruppirt sind.

Obgleich nicht zu erwarten war, dafs alkalische Fluorüre Kalkbicarbonat zersetzen würden, so habe ich doch zu einer Lösung des letzteren eine Lösung von Fluornatrium gesetzt. Es entstand nicht die mindeste Trübung. In einem Mineralwasser können daher alkalische Fluorüre neben Kalkbicarbonat bestehen, ohne dafs sich Fluorcalcium bildet. Diese Zersetzung geht auch nicht in der Hitze von Statten. Nach dem Erkalten einer gemeinschaftlichen heifsen Auflösung von Kalkbicarbonat und Fluorkalium zeigte sich keine Trübung. Nachdem eine solche Auflösung ungefähr sechs Wochen lang in einem offenen Gefäfse gestanden hatte, zeigte gleichfalls das niedergefallene Kalkcarbonat keine Spur von Fluorcalcium.

Fluornatrium und Kalksilicat zersetzen sich (Kap. I. No. 24). Als ich künstlich dargestelltes Kalksilicat mit einer kochenden Lösung von Fluornatrium behandelte, zeigte die Flüssigkeit sogleich eine stark alkalische Reaction, welche von dem entstandenen Natronsilicat herrührte. Der ausgewaschene Rückstand entwickelte mit Schwefelsäure Flufssäure. Diese Zersetzung erfolgte schon in gewöhnlicher Temperatur, als eine Fluornatrium-Lösung 16

Stunden lang mit Kalksilicat in Berührung blieb. Der ausgewaschene Rückstand mit Schwefelsäure behandelt, entwickelte so viel Flufssäure, dafs dadurch Glas stark geätzt wurde.

Die Bildung von Fluorcalcium durch gegenseitige Zersetzung von Kalksilicat und von alkalischen Fluorüren schon in gewöhnlicher Temperatur ist in geologischer Beziehung von Wichtigkeit, indem sich unter denselben Umständen auch im Mineralreiche Flufsspath bilden wird.

Fluornatrium zersetzt auch zusammengesetzte Silicate des Mineralreiches. Behandelt man gepülverten Basalt, Melaphyr oder Trachyt mit einer kochenden Lösung von Fluornatrium: so zeigt eine starke alkalische Reaction, dafs Zersetzungen stattgefunden haben; aber die ausgewaschenen Rückstände[1]) entwickeln nur undeutliche Spuren von Flufssäure mittelst Schwefelsäure, so dafs nur selten eine Aetzung des Glases bemerkt wird. Diese geringen Reactionen rühren wohl davon her, dafs der gröfste Theil des Fluor mit der Kieselsäure dieser Gesteine als Kieselfluorgas entweicht[2]).

Wir haben gesehen, dafs Fluor ein sehr häufig vorkommender Bestandtheil der Gewässer ist. Finden wir es in Sedimenten und in fossilen Knochen stets an Calcium gebunden: so folgt daraus nicht, dafs es in Gewässern auch nur in dieser Verbindung vorkomme. Ist es darin als alkalisches Fluorür und gleichzeitig mit ihm ein Kalksilicat vorhanden: so setzt sich, nach unseren Versuchen,

[1]) Die Prüfung der Rückstände auf Flufssäure fordert natürlich ein vollständiges Auswaschen, damit nicht rückständiges Fluornatrium die Reaction auf diese Säure veranlassen kann. Ich setzte das Auswaschen stets so lange fort, als noch eine Lösung von Chlorcalcium getrübt wurde. In der Natur sind die Verhältnisse anders. Dringen durch Gesteine Gewässer, welche ein alkalisches Fluorür aufgelöst enthalten: so wird die Bildung der schwerlöslichen erdigen Fluorüre so lange anhalten, als die Infiltration dauert. Nur in dem Falle, dafs später reines Wasser durch das Gestein filtrirte, könnten die gebildeten schwerlöslichen Fluorüre wieder fortgeführt werden.

[2]) Vielleicht dafs man die Gegenwart von Fluorcalcium in den Rückständen deutlicher nachweisen könnte, wenn man das Verfahren Wilson's (S. 87) zur Entdeckung des Fluor verwendete.

Bayerische Staatsbibliothek München

stets Fluorcalcium ab, sofern es überhaupt zum Absatze kommt. Auf diese Weise erklärt sich ganz genügend das im abgesetzten kohlensauren Kalke gefundene Fluorcalcium (S. 83).

Berzelius konnte in *Carlsbad's* heifsen Quellen kein Fluornatrium finden (S. 88). Gleichwohl kann das Fluor in dieser Verbindung aus Gesteinen (etwa aus dem Glimmer des Granit) von den dortigen Gewässern extrahirt werden. Nehmen dieselben gleichzeitig Kalksilicat auf, so zersetzen sich beide in Natronsilicat und in Fluorcalcium, welches sich mit dem Kalkcarbonat niederschlägt und sich in den Sprudelsteinen findet.

Da Fluornatrium phosphorsauren Kalk zersetzt (Kap. I. No. 26), so ist es denkbar, dafs auch auf diese Weise Flufsspath im Mineralreiche gebildet werden kann. Vielleicht dafs manchmal der bedeutende Gehalt an Fluorcalcium in fossilen Knochen (S. 87) durch Zersetzung ihres phosphorsauren Kalks durch alkalische Fluorüre, welche in den Gewässern aufgelöst waren, die die Knochen durchdrungen haben, entstanden sind. Es wurde schon bemerkt, dafs alkalische Fluorüre häufig in Quellwassern enthalten sein mögen. Auf diese wie auf die vorhin angeführte Weise ist daher die Bildung des Fluorcalcium in fossilen Knochen zu erklären.

Das durch Auflösung von Thonerdehydrat in Flufssäure erhaltene Fluoraluminium erscheint nach dem Abdampfen als eine unkrystallinische, dem arabischen Gummi vollkommen ähnliche Masse. Dieses einfache Fluorür geht mit den Fluorüren der Metalle der Alkalien Doppelfluorüre ein. Kalium-Aluminiumfluorür scheint in mehreren Verbindungs-Verhältnissen zu existiren, von denen zwei bestimmt bekannt sind[1]). Digerirt man eine verdünnte Auflösung von saurem Fluorkalium mit Thonerdehydrat, so wird dieses aufgelöst. Setzt man noch mehr Hydrat zu, so wird zuerst das gebildete Kalium-Aluminiumfluorür niedergeschlagen und es bleibt neutrales Fluorkalium in der Auflösung. Wird aber letzteres mit jenem Niederschlage gekocht, so bildet es bei der Concentration der

[1]) Berzelius Lehrb. der Chemie. V. Aufl. Bd. III. S. 465.

Flüssigkeit ein basisches Doppelsalz mit solcher Energie, dafs die Flüssigkeit freies Kali enthält und einen ätzenden Geschmack bekommt. Diese starke Verwandtschaft des Aluminium zu Fluor und Kalium ist, wie Berzelius bemerkt, der Aufmerksamkeit des Chemikers werth, weil bei der Analyse eines Minerals, welches Thonerde und Fluor enthält, und wobei Kali als Reagens zugesetzt wird, jenes Doppelsalz sich immer mit der Thonerde niederschlägt. Diese starke Verwandtschaft nimmt auch das besondere Interesse des Geologen in Anspruch, da mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, dafs im Glimmer das Fluor als ein solches Doppelfluorür vorhanden ist.

Natrium-Aluminiumfluorür bietet vollkommen analoge Verhältnisse dar, ist aber viel schwerer löslich. Digerirt man Thonerdehydrat und neutrales Fluornatrium zusammen, so wird dieses noch weit leichter, als das Fluorkalium ätzend. Lithium-Aluminiumfluorür gibt ebenfalls eine im Wasser unauflösliche Verbindung. Demnach haben wir im Glimmer nicht blos Kalium-Aluminiumfluorür, sondern auch die beiden oben genannten Doppelfluorüre zu vermuthen, wenn Natron und Lithion vorhanden sind. Da indefs Kali das prädominirende unter den Alkalien ist, so dürfte auch Kalium-Aluminiumfluorür das prädominirende unter den Doppelfluorüren sein, und sollte durch Zersetzung des Glimmer das Fluor in einer solchen Verbindung fortgeführt werden, so wäre es von dem Kalium-Doppelfluorür mit grofser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, weil dieses weniger schwerlöslich wie die Doppelfluorüre des Natrium und des Lithium ist.

Dafs diese künstlich dargestellten Doppelfluorüre dem Mineralreiche nicht ganz fremd sind, beweist der Kryolith, der Natrium-Aluminiumfluorür ist, in welchem Fluor zwischen den beiden Metallen gleich vertheilt ist. Dieser Kryolith kommt auf Lagern im Gneifs, begrenzt von dünnen Glimmerschichten, zum Theil mit Brauneisenocher, Eisenspath, Eisen- und Kupferkies, Bleiglanz, Quarz und Feldspath vor [1]). Da die Bildung dieser Begleiter auf

[1]) Nach Krantz (Poggendorff's Ann. Bd. XCVIII. S. 511) kommt der Kryolith in *Evigtok* im *Arksut Fjord* in *Westgrönland* in einem 80 Fufs mächtigen Lager vor, welches gegenwärtig ein

Bayerische Staatsbibliothek München

nassem Wege nicht zu bezweifeln ist, so kann man keinen Anstand nehmen, auch den Kryolith für eine solche Bildung zu halten, und da der Glimmer in der Nähe ist, so wird es um so wahrscheinlicher, dafs dieses Mineral das Material hierzu geliefert habe.

Thonerdehydrate (Diaspor, Gibbsit) kommen sehr selten im Mineralreiche vor. Es kam mithin darauf an, häufig auftretende Thonerde-Mineralien zu finden, welche von alkalischen Fluorüren zersetzt werden können, und Fluoraluminium liefern. Von Thonerdesilicaten war es zu erwarten, und es wurde auch schon angeführt, dafs Fluorkalium in wässriger Lösung künstlich dargestelltes Thonerdesilicat zersetzt [1]) Kap. I. No. 23.

Herr Taylor aus *London* bergmännisch ausbeuten läfst. Ein Schacht, der 40 Fufs tief in reinem Kryolith abgeteuft worden, ergab das bemerkenswerthe Resultat, dafs das Mineral nur an der Oberfläche weifs vorkommt und mit zunehmender Tiefe eine immer dunklere fast schwarze Farbe zeigt, die übrigens schon bei sehr schwachem Erhitzen verloren geht.

[1]) Durch folgende Versuche wurde diese Zersetzung nachgewiesen. Kieselsäure durch Zersetzung von Kieselfluorgas erhalten, wurde in Aetzlauge in gelinder Hitze aufgelöst und zur Auflösung Essigsäure gesetzt, bis einige Flocken von Kieselsäure sich ausschieden, welche durch einige Tropfen der nicht mit Essigsäure versetzten Auflösung wieder aufgelöst wurden. Zu dieser mit Kieselsäure ganz gesättigten Kali-Auflösung setzte ich eine heifse Auflösung von Alaun, wodurch ein weifser voluminöser Niederschlag von kieselsaurer Thonerde entstand, welcher sorgfältig ausgewaschen und getrocknet wurde. Als dieser mit einer Auflösung von Fluorkalium versetzt wurde, zeigte sich alsbald eine alkalische Reaction in der Flüssigkeit, die durch gelindes Digeriren so zunahm, dafs stark geröthetes Lackmuspapier vollkommen blau wurde. Es waren also durch gegenseitige Zersezzung Fluoraluminium und kieselsaures Kali entstanden, wovon letzteres alkalisch reagirte. Jenes wurde ausgewaschen, bis das Abwaschwasser nicht mehr auf eine Lösung von Chlorcalcium reagirte, und mit Schwefelsäure übergossen. Es entwickelte sich aber keine Flufssäure, welche Glas ätzte. Entweder war das Fluoraluminium vom Abwaschwasser weggewaschen worden, oder es hatte sich bei Behandlung jenes Rückstandes mit Schwefelsäure, durch gleichzeitige Zersetzung des Fluoraluminium und der noch vorhandenen unzerlegten kieselsauren Thonerde Kieselfluorgas entwickelt. Die Gegenwart dieses Silicats zeigte sich in der aus der schwefelsauren Auflösung jenes Rückstandes ausgeschiedenen Kieselsäure.

Bayerische Staatsbibliothek München

Da die Thonerdesilicate im Thon und im Kaolin sehr allgemein verbreitet sind, so ist die Bildung eines Aluminiumfluorür aus diesen Silicaten und aus einem alkalischen Fluorür sehr wohl zu begreifen.

Zu *Monzoni* in *Tyrol* und am *Dualta la Toja* im *Pellegrin*, zu *Oxbow* im Staate *New-York* findet sich eine Zersetzung des Glimmer und Umwandlung in Speckstein. Eine ähnliche Umwandlung beobachtete Blum an einer Granitstufe, welche angeblich aus der Gegend von *Brünn* stammen soll[1]). In dem Granite von *Thiersheim* im *Fichtelgebirge* ist der Glimmer oft gänzlich zu einer compacten, weichen, lauchgrünen Speckstein-Masse geworden.

Im Speckstein finden wir keine Spur von Fluor und von Alkali; diese sind also bei der Zersetzung des Glimmer fortgeführt worden. Auch die Thonerde ist ganz oder gröfstentheils verschwunden; denn nur in einigen Speckstein-Arten hat man noch geringe Mengen davon gefunden. Wenn nun die alkalischen Metalle so wie Aluminium und Fluor, welche so sehr geneigt sind, sich mit einander zu einem Doppelfluorür zu verbinden, aus dem Glimmer fortgeführt wurden: so steigert sich die Wahrscheinlichkeit, dafs, dem Fluor-Gehalte des Glimmer entsprechende Quantitäten jener Metalle, mit Fluor zu solchen Doppelfluorüren verbunden, vorhanden waren.

Denkt man sich, dafs im Kryolith oder Natrium-Aluminiumfluorür die 3 Atome Fluornatrium durch 3 Atome drittelkieselsaure Thonerde verdrängt werden: so erhält man den Pyknit. Geht bei einem solchen Zersetzungs-Processe ein Theil des an das Aluminium gebundenen Fluor gleichzeitig fort, etwa mit dem Fluornatrium als saures Fluorür, so dafs ein basisches Fluoraluminium entsteht, und tritt Thonerdedrittelsilicat hinzu: so kann sich Topas bilden. Was diesen betrifft, so sprechen seine Fundorte nur für eine Bildung auf nassem Wege. So der Topas auf Gängen und Nestern im Thonschiefer, in Begleitung von Mineralien, wie Brauneisenstein, Eisenspath, Rotheisenstein, Kupferkies, Arsenikkies, Flufsspath u. s. w., welche auf nassem Wege entstanden sind; so die kleinen, wein-

1) Die Pseudomorphosen S. 132 und erster Nachtrag S. 73.

gelben Topaskrystalle auf den *Schönfelder* und *Schlackenwalder* Zinnerz-Lagerstätten auf Drusen von Quarz, Flufsspath oder Zinnerz, von Apatitspath, Kupferkies und Eisenspath begleitet, auch zu einem Haufwerke vereinigt, in dem zuweilen Flufsspath oder Zinnerz eingemengt ist, dessen Zwischenräume gewöhnlich mit Steinmark ausgefüllt sind; so das Vorkommen der Topase in *Brasilien*, mit Bergkrystall, Euklas, Quarz und Steinmark in Brauneisenstein-Nestern; auch in Bergkrystall eingewachsen und lose [1]). Interessant ist es, dafs nach *Haidinger* [2]), wie es scheint, die meisten Lithion-Glimmer, welche sich bekanntlich durch einen reichen Gehalt an Fluor auszeichnen, in Begleitung mit Topas vorkommen.

Der Schneckenstein bei *Auerbach* im Königreiche *Sachsen* besteht nach *Breithaupt* [3]) wesentlich aus den stets erkennbaren Gemengtheilen: Quarz, Topas und Turmalin. Er ist ein Theil eines Conglomeratganges, welcher der Zinnerz-Formation zugezählt werden darf, und kann nicht als eine lagerförmige Gebirgsart angesehen werden.

An der Möglichkeit kann man nicht zweifeln, dafs in einem granitischen Gesteine, bei gleichzeitiger Zersezzung des Feldspath und des Glimmer, aus jenem Kaolin und aus diesem entweder alkalische Fluorüre oder alkalische Fluorüre mit Fluoraluminium (z. B. Kalium-Aluminiumfluorür) ausgeschieden werden, und dafs, um beim einfacheren Falle stehen zu bleiben, durch gegenseitige Einwirkung eines einfachen alkalischen Fluorürs (Fluorkalium) auf Kaolin, basisches Fluoraluminium mit kieselsaurer Thonerde, d. i. Topas sich bildet. An Platz für diesen Edelstein kann es im Gesteine nicht fehlen, da an die Stelle des Kaolin jener tritt. Im Gegentheil, da das specifische Gewicht des Topas 3,5 und das des Kaolin 2,2 ist, so findet bei dieser vorausgesetzten Umwandlung eine bedeutende Contraction statt, und es bleibt also noch Platz übrig. Für die Ansicht einer solchen Umwandlung auf nassem Wege spricht das Vorkommen des Topas in *Schott-*

[1]) G. Leonhard Handwörterb. S. 507.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. VI. S. 217.

[3]) Neues Jahrb. für Mineral. 1854. S. 787.

land, in der Nähe der *Avon-Berge* und bei *Invercauld*, in einem aufgeschwemmten Gebilde aus zersetztem Granit, in *Brasilien* im Granit und auf dem *Ilmen-Gebirge* in einem gelblichen Thon in Drusenräumen des Granit. Sollte nicht der Topas im sogenannten Topasfels eine ähnliche Entstehung haben, und könnte nicht der Topas in den Auswürflingen des *Vesuv* gleichfalls eine spätere Bildung aus zersetztem Glimmer und Feldspath sein? Ganz entschieden sind diejenigen Topase, welche in Höhlenräumen Krystalle einschliefsen, die in der Wärme aufgelöst werden, und bei der Erkaltung wieder krystallisiren, auf nassem Wege gebildet worden [1]). Der Topas kommt in Steinmark [2]) und Speckstein umgewandelt und auch in Begleitung mit ersterem häufig vor [3]). Dafs diese Umwandlung auf nassem Wege von Statten gegangen ist, versteht sich von selbst.

Für die Bildung des Topas auf nassem Wege spricht auch sein Verhalten in der Glühhitze. Nach Klaproth [4]) erleidet er im Porcellanofenfeuer einen Gewichtsverlust

[1]) Schon vor 31 Jahren gab Brewster Nachricht von zwei neuen Flüssigkeiten in den krystallisirten Höhlenräumen des Topas und anderer Mineralien. Die eine dieser Flüssigkeiten ist sehr flüchtig und so expansibel, dafs sie sich bei gleicher Temperatur-Zunahme 20mal so stark ausdehnt wie Wasser. Die andere Flüssigkeit ist von dichterer Art und nimmt die Winkel und die engen Stellen der Höhlenräume ein. Die Höhlenräume jedoch, in welchen die löslichen Krystalle sich finden, sind von verschiedener Art. Sie sind unvollkommen krystallisirt und kommen sie in Topasen vor, welche die Höhlenräume mit jenen zwei Flüssigkeiten enthalten: so enthalten sie nicht die flüchtige und expansible Flüssigkeit, die ohne Zweifel ein condensirtes Gas ist. Die Krystalle, welche sie einnehmen, sind platt und fein krystallisirte Rhomboeder. In der Wärme werden sie rund an ihren Ecken und Kanten und verschwinden bald. Nach dem Erkalten erscheinen sie wieder, zuerst wie ein Fleck und dann krystallisiren sie allmälig, bisweilen an ihrer ursprünglichen Stelle, oft aber in anderen Theilen des Höhlenraums; denn diese Stellen hängen von der Art der Abkühlung ab. Edinb. new philos. Journ. Jan. to April 1845. p. 386. Vgl. auch Poggendorff's Ann. Bd. XCI. S. 607.

[2]) Vgl. Reufs im Jahresb. 1860. S. 796.

[3]) Blum die Pseudomorphosen S. 66 u. 129.

[4]) Beiträge. Bd. I. S. 32.

von 20 %, wobei er weiſs oder grau, matt und undurchsichtig wurde, ohne aber zu schmelzen. Nach Forchhammer[1]) entweicht bei einer Hitze, in welcher Roheisen schmilzt, alles Fluor als Fluorkieselgas. Deville und Fouqué[2]) haben dies bestätigt, und im Mittel 23 % Gewichtsverlust erhalten. Auch der Pyknit erleidet nach Klaproth[3]) in der Glühhitze einen Gewichtsverlust von 25 %. Die Plutonisten werden, um die irrige Vorstellung einer Bildung dieser Mineralien auf feuerflüssigem Wege zu retten, Zuflucht zum Drucke nehmen.

Was vom Topas gilt, hat auch Bezug auf den Pyknit. Dieses bei *Zinnwald* in *Böhmen* auf Zinnerz-Gängen im Gneiſse vorkommende Mineral zeigt sich ebenfalls in Speckstein umgewandelt[4]). Auch Topase kommen auf dieser Lagerstätte mit Pyknit vor, welche ebenfalls in Speckstein umgewandelt sind.

[1]) Journ. für pract. Chem. Bd. XXX. S. 401.
[2]) Compt. rend. T. XXXVIII. p. 317.
[3]) A. a. O. S. 10 u. Bd. V. S. 54.
[4]) Ebend. S. 130.

Zweiter Abschnitt.

Sauerstoffsalze.

Von den im Wasser leichtlöslichen Sauerstoffsalzen kommen nur wenige und nur da vor, wo sie gegen zudringende Gewässer geschützt sind. Die Verbreitung der schwer- und unlöslichen Sauerstoffsalze, welche diesem Abschnitte zugetheilt sind, ist sehr ungleich. Die Carbonate kommen in gröfster Menge vor und bilden ausgedehnte sedimentäre Formationen. Hierauf folgen die Sulfate, welche (Gyps, Anhydrit,) sedimentäre Formationen jedoch von bei weitem geringerer Ausdehnung als jene bilden. Im Verhältnifs zu den vorgenannten Salzen treten sehr zurück die Phosphate und noch mehr die Borate. Diese beiden Classen von Sauerstoffsalzen bilden keine sedimentären Formationen. Sie kommen nur als sparsam auftretende Gemengtheile in Gebirgsarten oder als Bestandtheile von Mineralien vor.

Der Unterschied zwischen der Zusammensetzung der Haloidsalze und der Sauerstoffsalze, dafs jene aus zwei elementaren Stoffen, diese aus zwei binären Verbindungen bestehen, ist in geologischer Beziehung von Bedeutung. Nur in äufserst seltenen Fällen (S. 2) kann im Mineralreiche eine Zersetzung der Haloidsalze so stattfinden, dafs die Salzbilder als solche ausgeschieden werden. Andere Verhältnisse finden bei den Sauerstoffsalzen statt.

Stärkere Säuren scheiden schwächere aus ihren Salzen. Es ist gerade die stärkste, die Schwefelsäure, welche, jedoch selten isolirt im Mineralreiche vorkommt (Bd. I. S. 842 und 854). Sie kann daher die Carbonate, Phosphate und Borate u. s. w. zersetzen. Dafs sie wirklich Carbonate (vielleicht auch Borate) zersetzt, ist Bd. I. S. 846 ff. und Kap. XX nachgewiesen. Wie Haloidsalze (S. 2), so werden auch Sauerstoffsalze nur in seltenen Fällen von

Basen durch einfache Wahlverwandtschaft zersetzt. Dagegen finden Zersetzungen durch doppelte Wahlverwandtschaft sehr häufig statt, wie viele Gesetze im Kap. I zeigen. Die Carbonate gehören im Allgemeinen zu denjenigen Salzen, welche der Zersetzung am wenigsten unterliegen. Es sind nur diejenigen, deren Basen einer höheren Oxydation ausgesetzt sind (Eisenoxydul und Manganoxydul), welche der Zersetzung, und zwar einer sehr schnellen unterworfen sind. Auf der anderen Seite veranlafst die Löslichkeit der Carbonate in freier Kohlensäure eine so überaus häufige Fortführung und Ortsveränderung der Carbonate, vorzugsweise der kohlensauren Kalkerde. Diese Löslichkeit ist auch die Ursache der so häufigen Verdrängungen der Carbonate durch andere Mineralsubstanzen. Kein anderes Mineral wird durch eine so grofse Anzahl von anderen Substanzen verdrängt als der kohlensaure Kalk (Bd. I. S. 151).

Ganz andere Verhältnisse zeigen sich bei den Sulfaten. Die Kohlensäure widersteht allen Zersetzungsmitteln des Mineralreichs. Die Schwefelsäure dagegen ist in ihren Verbindungen mit Salzbasen einer sehr häufigen Zersetzung durch kohlenstoffhaltige Substanzen auf nassem Wege ausgesetzt (Kap. I. No. 27). Durch Oxydation der entstandenen Sulfurete werden Sulfate wieder regenerirt. Aufserdem finden viele andere Zersetzungsprocesse durch doppelte Wahlverwandtschaft statt, wie mehrere Gesetze im Kap. I darthun und Verdrängungen, wie die Pseudomorphosen im nachstehenden Kapitel nachweisen. Wegen der grofsen Aehnlichkeit zwischen den Eigenschaften des Schwefels und des Phosphor sollte man eine ähnliche Zersetzung der Phosphorsäure in den Phosphaten erwarten. Sie zeigt sich auch, indem bekanntlich Phosphorsäure und Phosphate durch Kohle künstlich zersetzt werden; aber nur in erhöhter Temperatur. Es ist keine Zersetzungsart bekannt, dafs Phosphorsäure und Phosphate auf nassem Wege durch Kohle zersetzt werden. Phosphorwasserstoffgas zersetzt Chlorüre, Metalloxyde und ihre Salze, und Phosphormetalle werden gebildet. Die Gegenwart des Phosphorwasserstoffgas ist aber im Mineralreich noch nicht nachgewiesen worden. Man hat zwar

die Irrlichter Entwicklungen dieses Gases zuschreiben wollen. Wer aber diese Erscheinungen zu beobachten Gelegenheit hatte, wird sich erinnern, dafs ihre Entwicklung ohne das mindeste Geräusch erfolgt, während das kleinste Bläschen künstlich dargestellten Phosphorwasserstoffgases bei Berührung mit der atmosphärischen Luft einen Knall veranlafst. Dazu kommt, dafs diese Lichterscheinung momentan ist, während jene kürzere oder längere Zeit anhält. In Sümpfen, wo organische Stoffe faulen, wären die Bedingungen zur Bildung von Phosphormetallen, Phosphoreisen, aus phosphorsauren Salzen gegeben; die Raseneisensteine enthalten aber nur phosphorsaures Eisenoxyd. Eine Bildung von Phosphormetallen im Mineralreiche ist daher nicht denkbar und noch nie hat man auch ein Phosphormetall darin gefunden. Da jedoch einige Phosphormetalle, wie z. B. das Phosphorkupfer, sich an der Luft sehr schnell oxydiren: so könnten möglicherweise in der Schöpfungsperiode Phosphormetalle existirt haben. Bei vulkanischen Wirkungen könnten allerdings auf ähnliche Weise wie bei unsern künstlichen Processen Phosphormetalle gebildet werden. So nahe sich daher auch Schwefel und Phosphor stehen: so zeigt sich doch eine grofse Verschiedenheit darin, dafs Schwefelmetalle so häufig, Phosphormetalle aber gar nicht im Mineralreiche vorkommen. Die Pseudomorphosen weisen indefs anderweitige Zersetzungen und Veränderungen der Phosphate nach. In Betreff der so selten vorkommenden Borate verweisen wir auf das Kap. XXIII.

In diesem Abschnitte beschränken wir uns nur auf die Verbindungen der genannten Sauerstoffsäuren mit den Alkalien und Erden. Die Verbindungen mit den schweren Metalloxyden werden im Erzkapitel des III. Bandes angeführt werden.

Kapitel XX. *)

Kohlensaure Salze.

Alkalische Carbonate kommen nur als Efflorescenzen vor. Aufser den neutralen Carbonaten der alkalischen Erden finden sich im Mineralreiche auch neutrale Carbonate von Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Bleioxyd und Kobaltoxyd. Sie kommen theils mehr oder weniger rein, theils verbunden mit einander vor. So hat man z. B. das neutrale kohlensaure Kobaltoxyd nur in kleinen Mengen (4 bis 5 %) mit kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Magnesia bis jetzt gefunden [1]). Auch das kohlensaure Manganoxydul und selbst das kohlensaure Eisenoxydul werden stets von kleinen Quantitäten anderer neutraler Carbonate begleitet.

Diese im Mineralreiche vorkommenden Carbonate, kohlensaure Kalkerde ausgenommen, zeichnen sich durch eine auffallende Indifferenz gegen andere Säuren aus [2]).

*) In den Citaten des I. Bandes ist dieses Kapitel als Kapitel XIX bezeichnet.

[1]) Auf Gängen in *Przibram* in *Böhmen*. Poggendorff's Ann. Bd. LXXI. S. 564.

[2]) Bemerkenswerth ist das Verhalten des Magnesit zu Säuren. Karsten a. a. O. S. 58. Klaproth und Walmstedt geben an, dafs sich der Magnesit nur in heifser Säure auflöst. Nach Berzelius kann er selbst gepülvert mit warmer concentrirter Salzsäure behandelt werden, ohne dafs eine bemerkenswerthe Entwicklung von Kohlensäuregas stattfindet. Dagegen haben ihn Stromeyer und Henry schon in der Kälte in Säuren aufgelöst. Ich habe gefunden, dafs bei Anwendung einer bis zu einem gewissen Grade concentrirten Säure, namentlich der Schwefelsäure, eine tumultuarische Kohlensäure-Entwicklung erfolgt in Folge der durch Einwirkung der Säure sich entwickelnden Wärme. So geschieht es, dafs bei Behandlung des Magnesit mit solcher Schwefelsäure auch nicht ein einziges Bläschen Kohlensäuregas sich entwickelt, dafs aber nach kürzerer oder

In ganzen Stücken mit Salpetersäure oder Salzsäure, besonders mit concentrirter übergossen, brausen sie entweder gar nicht, oder doch nur sehr wenig, und nur als Pulver oder beim Zusatz von Wasser werden sie langsam und nur durch Erwärmen angegriffen. Die künstlich dargestellten Carbonate der Oxydhydrate hingegen zersetzen sich alle unter starkem Brausen mit Säuren [1]). Schon dieser Umstand, und dafs diese künstlichen Carbonate stets Wasser enthalten, zeigt, dafs die im Mineralreiche vorkommenden Carbonate nicht auf unseren künstlichen Wegen sich bilden [2]).

Unter allen Carbonaten kommt der kohlensaure Kalk, da er mächtige Gebirgszüge zusammensetzt, und in allen sedimentärenFormationen wiederkehrt, in bei weitem gröfster Menge vor. Nächst ihm findet sich die kohlensaure Magnesia im Dolomit am meisten verbreitet. Diesen beiden Carbonaten werden wir unter den Gebirgsarten eigene Kapitel widmen. In diesem Kapitel beschränken wir uns darauf, blos die allgemeinen Eigenschaften des kohlensauren Kalk, der kohlensauren Magnesia und der Doppelverbindung beider Carbonate, so wie die so häufigen Verdrängungen des ersteren durch andere Substanzen zu betrachten.

A. Kohlensaurer Kalk.

Der kohlensaure Kalk gehört zu den dimorphen Substanzen und findet sich mehr oder weniger rein theils in unvollkommenen Krystallen (Kalkspath, Arragonit), theils vollkommen krystallisirt (körniger Kalk), theils in dichten Massen (dichter Kalkstein).

längerer Zeit die Gasentwicklung plötzlich eintritt. In diesem Umstande sind wohl die widersprechenden Angaben vorgenannter Chemiker begründet.

[1]) H. Rose in Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIII. S. 421.

[2]) Erst kürzlich ist es Senarmont (Ann. de Chim. et de Phys. Ser. III. T. XXX. p. 129) geglückt, auch künstlich diese Carbonate im neutralen und wasserfreien Zustande durch die vereinte Wirkung von Druck und Wärme bei überschüssiger Kohlensäure darzustellen. Die auf diese Weise erhaltenen Carbonate werden eben so, wie die in der Natur vorkommenden sehr schwer von Säuren angegriffen.

Der kohlensaure Kalk gehört zu denjenigen Mineralien, welche sich auf nassem wie auf feuerflüssigem Wege krystallinisch ausbilden können. Dafs er bei weitem in den meisten Fällen auf jenem Wege und nur in äufserst seltenen Fällen auf diesem Wege krystallisirt ist, ist eine unläugbare Thatsache.

Wir haben gesehen (Kap. I, 1^b. 4. 5. 7. 11. 12. 17. 19. 20), dafs er durch mannichfaltige Processe auf nassem Wege entsteht. Wir sind im Stande, in manchen Fällen zu ermitteln, durch welchen dieser Processe seine Bildung von Statten gegangen ist.

Meine nachfolgenden Beobachtungen zeigen, dafs selbst der körnige Kalk auf nassem Wege gebildet werden kann. Da nach der Analyse von Bromeis und Bunsen die Soolquelle zu *Nauheim* in 10000 Th. nur 0,36 bis 0,70 Th. schwefelsauren Kalk, dagegen 15,97 bis 22,13 Th. Bicarbonat enthalten [1]): so bot sich mir die seltene Gelegenheit zur Untersuchung eines vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk bestehenden Absatzes auf den Dornreisern der Gradirwände dar. Das Gradiren mit denselben Dornreisern wird so lange fortgesetzt, als dieselben nur noch das Durchtröpfeln der Soole gestatten. Daher bilden sich mehrere Fufs grofse Blöcke von Dornstein.

Der die Dornen umgebende Absatz bildet, wie gewöhnlich, concentrische Ringe, welche durch Eisenoxyd-

1) Bemerkenswerth ist, dafs diese Soole eine gröfsere Menge kohlensauren Kalks enthält, als irgend ein bis jetzt untersuchter Kohlensäuerling. Reducirt man die obigen Quantitäten auf neutralen kohlensauren Kalk: so findet sich für den 25°,8 R. warmen grofsen Sprudel 14,82 und für den 26°,4 warmen kleinen Sprudel 15,38 Th. in 10000 Th. Wasser; d. i. $1\frac{1}{2}$mal so viel, als sich als Mittel aus den nachfolgenden Versuchen ergeben hat. Diese Menge kohlensauren Kalks ist $\frac{1}{21}-\frac{1}{19}$ der fixen Bestandtheile der Soole. Die innige Mengung der Kohlensäure-Bläschen mit den Wassertröpfchen im Sprudel scheint die Ursache dieser grofsen Menge aufgelösten kohlensauren Kalks zu sein. Diese innige Mengung bewirkt auch, dafs der Sprudel ganz undurchsichtig wie Milch erscheint. Wenn nämlich ein so inniges Gemeng aus kohlensaurem Wasser und Kohlensäure im Kalksteinlager, aus welchem die *Nauheimer* Soolen kommen, aufsteigt: so sind die Bedingungen zur Lösung des kohlensauren Kalk viel günstiger, als wenn die Kohlensäure in grofsen Blasen sich entwickelt.

hydrat meist ochergelb gefärbt sind. Zwischen denselben finden sich aber einzelne bis 1 Linie dicke, fast ganz weifse Ringe, welche besonders nach aufsen hin hervortreten. Hier und da bemerkt man unter der Lupe kleine drusenartige Stellen in den weifsen Ringen. Diese Absätze bestehen aus vollkommen körnigem Kalke, der besonders deutlich in den weifsen Ringen wahrzunehmen ist. Im reflectirten Sonnenlichte spiegeln eben so, wie beim körnigen Kalke, unzählige Flächen. Zwischen ihm und dem körnigen Kalke von *Auerbach*, besonders dem gleichfalls durch Eisenoxydhydrat gefärbten, zeigt sich eine grofse Aehnlichkeit, nur dafs dieser etwas grobkörniger ist.

Entschiedener kann sich nirgends die Bildung körnigen Kalks durch Absatz aus einer wässrigen Lösung zeigen, als in diesen Dornsteinen. Soll die Mischung der dortigen Soole einer solchen Bildung besonders günstig sein, oder hat man bis jetzt nur versäumt, die Dornsteine anderer Salinen einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen? — Der Umstand, dafs bei weitem die meisten Soolen sehr reich an schwefelsaurem Kalk sind, und dafs daher die Dornsteine gewöhnlich aus diesem Salze, mit nur wenig beigemengtem kohlensauren Kalk bestehen, verhindert die Bildung eines reinen kohlensauren Kalks in den Dornsteinen, wefshalb solche aus körnigem Kalk bestehende allerdings zu den Seltenheiten gehören mögen.

Der isländische Doppelspath galt als ein Axiom, dafs er eine Bildung auf feuerflüssigem Wege sei. Descloizeaux[1]) beschreibt sein Vorkommen in grofsen Blasenräumen eines schwarzen basaltähnlichen Gesteins auf *Island.* In einem sehr grofsen dieser Räume befindet sich ein Block von circa 6 Meter Breite und 3 Meter Höhe, nach seinen ungefähren Umrissen ein einziges Rhomboeder darstellend. Solche Einschlüsse in Blasenräumen, wenn sie auch noch so grofs sind, können nur Infiltrationsproducte sein, wahrscheinlich durch Zersetzung der Kalksilicate in den Gesteinen entstanden.

Nach Fresenius löst sich der kohlensaure Kalk in 8834 Th. siedenden und in 10600 Th. kalten Wassers

[1]) Jahresb. 1848. S. 1221.

auf, nach Peligot in 50000 Th. luftfreien Wassers, bei gewöhnlicher Temperatur. Woher diese bedeutenden Differenzen rühren, ist nicht anzugeben.

In der ersten Auflage (Bd. I. S. 378) wurde angeführt, dafs nach dem Ergebnisse vieler Analysen von Säuerlingen 1 Th. Kalkcarbonat in 1629 Th. Sauerwasser für das Sättigungsverhältnifs des Kalkbicarbonats im Wasser anzunehmen ist[1]). Die dort mitgetheilten Resultate von 8 Versuchen zeigten indefs, dafs auf künstlichem Wege gröfsere Quantitäten aufgelöst werden können. Diese Versuche gaben indefs sehr schwankende Resultate; als Mittel derselben wurde angenommen, dafs ein Theil Kalkcarbonat in 1000 Theilen mit Kohlensäure gesättigtem Wasser sich auflöst.

Diese Versuche wurden nach dem Erscheinen der I. Aufl. mit aller Sorgfalt wiederholt, um die Ursache dieser Schwankungen zu ermitteln. Die Kohlensäure wurde aus Marmor durch Schwefelsäure entwickelt und durch eine mit Wasser gefüllte Mittelflasche geleitet, ehe sie in das destillirte Wasser, worin das fein gepülverte Kalkcarbonat suspendirt war, stets 24 Stunden lang strömte.

Nachdem sich die Flüssigkeit geklärt hatte, wurde sie doch noch filtrirt; es blieb aber nichts auf dem Filter zurück. Die gewägte Lösung wurde in gelinder Hitze abgedampft und das Gewicht des Rückstandes bestimmt.

[1]) In Betreff der Zusammensetzung des Kalkbicarbonat und seiner Ausscheidung aus der wässerigen Lösung durch atmosphärische Luft vgl. Kap. I. No. 60.

Aus den Bd. II. S. 1126 der ersten Auflage beschriebenen Versuchen habe ich geschlossen, dafs die sauren Kalk- und Magnesiacarbonate Sesquicarbonate seien und darauf die Rechnung S. 1127 ff. gegründet, welche auch in die neue Auflage Bd. I. S. 475 aufgenommen wurde. Versuche, die ich mehrere Jahre später durch ein Verfahren (Bd. I. S. 102) angestellt hatte, welches genauere Resultate geben mufste, und wonach das saure Kalkcarbonat wirklich ein Bicarbonat ist, wie dies auch von Chemikern angenommen wird, waren mir entgangen. Der kohlensaure Kalk fordert daher (S. 475) nicht 0,165, sondern 0,33 Kohlensäure, und statt $^1/_5$, $^2/_5$ der vorhandenen Kohlensäure. Ebenso ist Bd. I. S. 476 Z. 5 v. o. und Bd. I. S. 582 Z. 2 v. u. statt 5mal, 2,5mal zu setzen. Höchst wahrscheinlich ist auch das saure Magnesiacarbonat ein Bicarbonat.

Die nachbenannten Zahlen geben die Quantitäten des mit Kohlensäure gesättigten Wassers an, welche erforderlich waren, um 1 Th. Kalkcarbonat aufzulösen.

Versuche:

1) Kreide 1000 Th.

Die drei nachstehenden früheren Versuche stimmen sehr nahe damit überein.

2) Kreide schon nach 1stündigem Durchleiten des Gases 990 Th.

3) Kreide schon nach 2stündigem Durchleiten des Gases 1099 Th.

4) Kreide schon nach 3stündigem Durchleiten des Gases 989 Th.

5) Kalkcarbonat dargestellt aus Chlorcalcium durch Kalicarbonat 2221 Th.

6) Mein früherer Versuch: Kalkcarbonat dargestellt durch Fällung aus einem Kalksalze gab 356 Th.

7) Kalkspath 3149 Th.

Da das Kalkcarbonat in Versuch 5 als ein krystallinisch-körniges Pulver erschien: so lag die Vermuthung nahe, dafs dies die Ursache seiner Schwerlöslichkeit sein möchte. Defshalb wurde der Versuch 7 angestellt, der diese Vermuthung bestätigte. Der rhomboedrische Kalkspath ist daher das schwerlöslichste Kalkcarbonat. Sollten sich vielleicht unter den zahlreichen Krystallformen des Kalkspath Verschiedenheiten zeigen in Bezug auf die Löslichkeitsverhältnisse im kohlensauren Wasser?

Die bedeutende Löslichkeitsdifferenz zwischen den Versuchen 5 und 6 zu erklären bin ich nicht im Stande. Da ich letzteren vor ungefähr 30 Jahren angestellt habe: so fehlt mir die Erinnerung, aus welchem Kalksalze und durch welches Fällungsmittel ich dieses Kalkcarbonat dargestellt habe. Soviel ist jedoch gewifs, dafs es sozusagen noch mehr amorph als die Kreide war. Die so sehr nahe Uebereinstimmung der Versuche 1 bis 4 berechtigen übrigens zu dem wahrscheinlichen Schlusse, dafs ungleiche Aggregatzustände in der Kreide nicht stattfinden.

Ehe dieser Gegenstand durch vorbehaltene weitere Versuche aufgeklärt werden wird, erscheinen uns der Kalkspath und die Kreide als Extreme in Bezug auf die

Löslichkeitsverhältnisse des Kalkcarbonat im kohlensauren Wasser.

Diese Verhältnisse haben eine nicht geringe geologische Bedeutung.

Im Mineralreiche finden sich jene Extreme (Kalkspath und Kreide) und zwischen beiden die krystallinischen Kalksteine. Sind diese Kalkcarbonate der Wirkung kohlensaurer Gewässer ausgesetzt: so wird in gleichen Zeiten und unter gleichen Umständen vom amorphen Kalkcarbonat 3mal so viel aufgelöst und fortgeführt, als vom krystallisirten. Erdfälle und Höhlen sind daher im Kreidegebirge und in andern amorphen Kalksteinen am meisten zu erwarten. Im Kreidemergel des *Teutoburger Waldes* finden sich in der That Erdfälle in grofser Zahl, und Glidt entdeckte auch eine Höhle von bedeutendem Umfange in diesem Gebirge. Kommen jedoch die gröfsten Höhlen in den älteren Kalkgebirgen vor: so braucht man nicht daran zu erinnern, dafs diese Millionen von Jahren länger den Gewässern ausgesetzt waren als das Kreidegebirge. Nicht zu übersehen ist indefs, dafs der zerklüftete Kreidemergel wenig geeignet ist, ein Gewölbe zu bilden, unter welchem die Kreide fortgeführt und eine Höhle gebildet werden kann.

Da nach Hunt[1]) die Löslichkeit der kohlensauren Kalkerde durch Zusatz von schwefelsaurem Natron oder schwefelsaurer Magnesia sehr vermehrt wird: so veranlafste dies mich folgende Versuche anzustellen. Schwefelsaures Natron wurde in dem Verhältnifs in Wasser aufgelöst, als wie es sich im *Carlsbader* Sprudelwasser in Lösung befindet; hierauf von demselben kohlensauren Kalk, der zu den obigen Versuchen (5) gedient hatte, in überschüssiger Menge zugesetzt, und Kohlensäuregas 24 Stunden lang durchgeleitet. Es ergab sich, dafs 1 Theil Kalkcarbonat in 1538 Theilen kohlensauren Wassers aufgelöst war. Die Vergleichung dieses Verhältnisses mit der oben angegebenen Löslichkeit des Kalkcarbonat in reinem kohlensaurem Wasser bestätigt die Angabe Hunts. Dieses Resultat berechtigt zur Annahme, dafs die Gegenwart der

[1]) Jahresb. 1859. S. 134.

verhältnifsmäfsig bedeutenden Menge von schwefelsaurem Natron Antheil habe an den bedeutenden Absätzen von Sprudelstein in *Carlsbads* Thermen.

Die Verdrängungspseudomorphose von Kalkspath nach Barytspath aus den Gängen von *Przibram* beschreiben Volger, Kleszczynski[1]) und Heisenberg[2]). Die Krystalle besitzen, so weit sich dies bei der grofsen Unebenheit der Flächen beurtheilen läfst, die Form:

$$\overline{\text{P}}\text{r} - 1.\ \breve{\text{P}}\text{r} + \infty.\ \overline{\text{P}}\text{r}. + \infty.$$

Im Innern sind sie aus feinkörnigem compacten weifsen Kalkspath, dem hie und da strahlig auseinanderlaufende Partieen Eisenkies eingewachsen sind, zusammengesetzt.

Diese Verdrängungs-Pseudomorphose nimmt unsere Aufmerksamkeit ganz besonders in Anspruch. Ein Mineral, wie der Barytspath, welches zu den schwerlöslichsten gehört, wird durch Gewässer fortgeführt, und der in kohlensaurem Wasser verhältnifsmäfsig so leichtlösliche kohlensaure Kalk tritt an seine Stelle. Die Umwandlung des Barytspath in Witherit haben wir aus der Wirkung eines 20° bis 21,8° R. warmen, kohlensaure Alkalien haltigen Wassers zu erklären versucht.

Enthält ein solches Wasser auch Kalkbicarbonat, wie dies bei den Säuerlingen stets der Fall ist: so ist zu begreifen, wie die kohlensauren Alkalien den schwefelsauren Baryt in kohlensauren Baryt umwandeln, welcher durch das Kalkbicarbonat verdrängt wird. Diese Verdrängung entspricht dem Gesetze, dafs das verdrängende Mineral schwerlöslicher als das verdrängte ist; denn Kalkcarbonat ist schwerlöslicher als Barytcarbonat.

Kalkspath nach Aragonit. Diese Pseudomorphose ist von besonderer Bedeutung, da sie einen Gegensatz von allen andern Pseudomorphosen bildet; denn bei diesen findet ein Stoffwechsel mit Beibehaltung der Form, bei jener dagegen ein Formwechsel ohne materielle Veränderung statt[3]).

[1]) Jahresb. der k. k. Reichsanstalt. Bd. VI. S. 63.

[2]) Breithaupt Paragenesis etc. S. 202.

[3]) Dieser Umstand rechtfertigt den wiederholten Abdruck der hierauf bezüglichen Blätter der I. Aufl. Bd. II. S. 1039 ff. deren genetischer

Mitscherlich[1]) fand Kalkspath in Stücken Kalkstein, welche in die Lava des *Vesuv* gefallen und darin geschmolzen waren, und unter den Auswürflingen dieses Vulkans einen Aragonitkrystall, der von den Wänden des Kraters in die flüssige Lava gefallen war, in Kalkspath umgeändert. Das Gestein, worin er sitzt, ist nach ihm nicht bis zum Schmelzen, der Aragonit aber so stark erhitzt worden, dafs die äufsere Schicht desselben in Kalkspath umgewandelt wurde, während die innere Masse noch Aragonit blieb, wobei aber der ganze Krystall seine Form behielt. Die Hitze wirkte nämlich so langsam auf ihn ein, dafs das, was sich in Kalkspath umänderte, die Form desselben annehmen konnte, so dafs die Kruste des Aragonitkrystalls aus einer grofsen Anzahl von Kalkspathkrystallen besteht.

G. Rose[2]) zeigte, dafs sich Aragonit auch auf nassem Wege leicht in Kalkspath umändert, wenn man den durch Fällung dargestellten Aragonit unter Wasser oder in einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak stehen läfst. Durch Anwendung schwacher Glühhitze zerfallen die grofsen Krystalle zu einem gröblichen Pulver, die kleinen behalten aber ihre Form, und bilden Afterkrystalle. Seine Versuche weisen nach, dafs sich Kalkspath wie Aragonit auf nassem Wege bilden: ersterer bei geringerer, letzterer bei höherer Temperatur, dafs sich aber auf trocknem Wege nur Kalkspath bildet.

Beweise für die Bildung des Aragonit aus heifsen Quellen liefern die Absätze derselben, welche alle aus faserigem Aragonit bestehen: z. B. die 44°,5 R. heifsen Quellen auf der Insel *Thermia,* der 59° heifse Sprudel von *Carlsbad,* die 60°,5 heifse, grofse Quelle auf *Euboea* zu *Aedepsos* in den Bädern des *Herakles,* der dortige 67° heifse Sprudel, welcher schönere Sprudelsteine als *Carls-*

Theil wohl nur noch der Geschichte angehört. Unwesentliches wurde indefs weggelassen, dagegen neues Thatsächliches hinzugefügt.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXI. S. 157.

[2]) Ebend. Bd. XLII. S. 364. Vgl. die neuern werthvollen Untersuchungen G. Rose's über die heteromorphen Zustände der kohlensauren Kalkerde. Abh. der Acad. der Wiss zu Berlin. 1856. Ferner Leydolt Jahresb. 1856. S. 881.

bad liefert u. a. m. Dagegen bilden sich in dem nur 12° warmen Tropfwasser in den entferntesten Theilen der *Adelsberger* Grotte schöne, vollkommen ausgebildete Kalkspathrhomboëder, 2—4 Millimeter grofs, in gröfseren und kleineren Gruppen noch fortwährend [1]).

Haidinger [2]) fand beim Ausgraben eines Wassergrabens bei *Schlackenwerth* zwischen Schichten von mehr oder weniger festem Basalttuff ursprüngliche Baumstämme von 1 bis 8 Zoll Dicke. Der Raum, den das Holz erfüllt hatte, zeigte sich durch strahlige Gruppen von Krystallen ersetzt, welche von Mittelpunkten, meist von der oberen Seite ausgehend, sich an die gegenüberstehenden Wände erstreckten. Der kleine Ueberrest von organischer Materie war in den untern Theilen in parallelen Formen abgesetzt. Die Krystalle und strahligen Individuen waren der Gestalt nach ursprünglich Aragonit; allein beim Durchbrechen war nichts vom krystallinischen Gefüge und vom muschlichen Querbruche dieser Species, sondern eine Zusammensetzung aus Kalkspathindividuen zu sehen. Die schon gebildeten Aragonitkrystalle sind also später in Kalkspath umgewandelt worden. Uebereinstimmend mit G. Rose's Versuchen nimmt Haidinger an, dafs die Pseudomorphose des Aragonit im Holz bei einer erhöhten Temperatur vor sich gegangen sei. Die Ablagerung des Basalttuff an der östlichen Seite der basaltischen Ausbrüche, die Anschwemmung des ausgekochten Holzes zwischen den Schichten desselben geschah also heifs beim Abzuge der Gewässer u. s. w. Die Bildung der Aragonitkrystalle trat während der ersten Periode der Abkühlung ein, die Verwandlung des Aragonit in Kalkspath in der zweiten, die sich mehr dem gegenwärtigen Zustande nähert u. s. w.

Bei *Herrengrund* in *Ungarn* in einer 3½ Klafter langen Druse eines Ganges fand man nach Haidinger [3]) gleichfalls Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit. Sie kommen stets in den oberen Theilen der Druse

[1]) Fiedler in Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 569.
[2]) Ebend. Bd. XLV. S. 179.
[3]) Ebend. Ann. Bd. LIII. S. 139.

vor, während die unteren Aragonit enthalten, dessen Krystalle jedoch zum Theil von einer Seite zerfressen, und auf der andern mit mikroskopischen Kalkspathkrystallen besetzt sind, so dafs sich alle Mittelglieder zwischen Aragonit und Kalkspath zeigen. Die Austheilung dieser verschiedenen Varietäten in der Druse soll unbezweifelt für einen Beweis der Abkühlung von oben, wenn ja einer nothwendig wäre, angesehen werden. Jedoch sitzen die Aragonite auf körnigem Kalksteine; dieser mufs daher bei noch höherer Temperatur, als sie selbst, gebildet worden sein, da man doch mit grofser Wahrscheinlichkeit stetig gleichartige Veränderungen annehmen kann.

Haidinger sucht die Erklärung der beiden Erscheinungen, so weit sie uns klar geworden, in grofser Ferne. Wäre es entschieden, dafs sich Aragonit nur aus einer heifsen wässerigen Auflösung bildete: so könnte man allenfalls annehmen: der Basalttuff sei bei seiner Ablagerung noch so heifs gewesen, dafs er die mit ihm in Berührung gekommenen Gewässer, etwa bis zur Temperatur der heifsen Quellen *Carlsbad's*, erhitzt hätte.

Nach Graf K. Sternberg [1]) hatte an jener Stelle unverkennbar ein Wald gestanden, welcher in den breiartigen Basalttuff eingehüllt worden sein soll. Es möchte fast scheinen, dafs der gröfste Theil der Pflanzen nach und nach ausgefault sei, und die Flüssigkeit, aus welcher sich Kalkspath und Aragonit niedergeschlagen haben, die durch Ausfaulen entstandenen Höhlungen ausgefüllt habe; denn die strahlenförmig auseinanderlaufenden Stengel des Kalkspath, welche auf einem Querbruche mehr als von einem Punkte auslaufen, kreuzen sich nirgends und schliefsen in der runden Form des Baumes ab.

Hiernach ist es sehr wenig wahrscheinlich, dafs der Basalttuff die Gewässer erhitzt habe; denn die Baumstämme hätten erst ausfaulen müssen, ehe sich aus den heifsen Gewässern Aragonit in den leeren Räumen hätte absezzen können. Zu diesen beiden Processen würde aber wohl ein viel längerer Zeitraum erforderlich gewesen sein, als zur Abkühlung des Basalttuff. Ueberdies hätte die ur-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XLV. S. 182.

sprüngliche Temperatur desselben nicht einmal sehr hoch sein können, weil sonst die Baumstämme verkohlt, und in ihnen keine Ueberreste von organischer Materie gefunden worden wäre.

Was die Bildung der Aragonite von *Herrengrund* betrifft: so wollen wir für einen Augenblick annehmen: das Gestein, worin jene Drusen vorkommen, sei durch irgend eine Ursache erhitzt worden, als die eingedrungenen Gewässer die Aragonite abgesetzt hatten. Dann wäre aber nicht zu begreifen, wie sich in Folge der Abkühlung nur oben, aber nicht unten in der Druse Pseudomorphosen hätten bilden können. Hat sich denn nicht auch der untere Theil der Druse abgekühlt? — Abkühlungs-Verhältnisse können daher diese Umwandlung des Aragonit in Kalkspath durchaus nicht erklären; vielmehr müssen wir annehmen, dafs auf anderen Wegen die Umwandlungen erfolgt waren. Dafs die Aragonite auf körnigem Kalkstein sitzen, der bei noch höherer Temperatur gebildet worden sein soll, thut nichts zur Sache; denn man würde daraus nur eine Hypothese durch eine andere erklären.

Mehrere Thatsachen sprechen dafür, dafs keineswegs ein Absatz aus heifsen Gewässern eine nothwendige Bedingung für die Bildung des Aragonit ist. So fand v. Kobell[1]), dafs die Stalactiten der Höhlen von *Antiparos* aus Aragonit bestehen. Fiedler[2]), der dies bestätigte, fügte hinzu, dafs die Kerne vieler Stalactiten dieser Grotte aus Kalkspath bestehen, der mit stärkeren Aragonitlagen umgeben ist. Auch einige Grotten in *Nordamerica* enthalten Stalactiten aus strahligem Aragonit, welche denen von *Antiparos* ganz ähnlich sind, während die aller übrigen bis jetzt bekannten Grotten aus Kalksinter bestehen. Fiedler meint zwar, dafs sich mefsbare, lange Krystalle nicht durch Tropfen, Herabfliefsen, Verdampfen sintrischen Wassers im freien, nur mit Luft erfüllten Raume bilden können, sondern dafs dieser mit Flüssigkeit erfüllt gewesen sein mufste, aus welcher sich an der Decke der Grotte,

1) Neues Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1835. S. 256.

2) Ebend. 1848. S. 422 und Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 567.

wie in einem Krystallisationsgefäfse, jene langen Krystalle, um diese der fasrige Aragonit und bei einigen zuletzt die auf der Aufsenfläche fast frei aufsitzenden Rhomboëder ansetzten. Allein diese Ansicht ist gewifs nicht die richtige; denn das im Wasser gelöste Kalkbicarbonat kann sich nur als Carbonat abscheiden, wenn ein Theil der Kohlensäure zu entweichen Gelegenheit hat, was in einem mit Wasser erfüllten Raume nicht möglich ist. Ueberdies würden bei solcher Bildung nur sehr wenige Stalactiten in solchen Höhlen gefunden werden, wie man aus einer einfachen Rechnung ersehen kann. Vgl. I. Aufl. Bd. II. S. 1043. Ganz unzweifelhaft sind alle Tropfsteine das, was ihr Name sagt.

Haidinger [1]) beobachtete an den Tropfsteinen der sog. Galmeyhöhle und der Frauenhöhle in *Steyermark*, dafs sich der Kalk aus dem Wasser zuerst in Form einer schleimigen bergmehlartigen Substanz absetzt, welche unter Vermittlung des kohlensäurehaltigen Wassers allmälig faserige, dann stängliche Structur und endlich die Beschaffenheit des vollkommen rhomboedrisch - theilbaren Kalkspath annimmt. Fournet [2]) fand dasselbe an den Stalactiten in den Höhlen von *Brudore* und *Saint-Nizaire*.

Breithaupt [3]) fand in einem Stollen bei *Zwickau*, der 43 Jahre lang aufser Betrieb gelegen war, dicke Massen von Kalksinter, der zugleich aus Kalkspath und Aragonit bestand. Diese beiden dimorphen Mineralien mufsten sich abwechselnd gebildet haben; es konnte nicht der eine aus der Zerstörung des andern hervorgegangen sein. In einem Stück Kalksinter wechselten Kalkspath und Aragonit lagenweise dreizehnmal mit einander ab. Breithaupt meint, dafs vielleicht die Temperatur-Verschiedenheit zwischen den Gewässern im Sommer und Winter die Ursache sei, dafs sich bald Aragonit, bald Kalkspath abgesetzt habe. Dies ist aber nicht wahrscheinlich, da Gewässer, welche durch ein Gebirge von etwa nur 30 Fufs Mächtigkeit dringen, entweder gar keine oder doch nur sehr geringe jährliche Temperatur-Veränderungen zeigen.

[1]) Wien. Acad. Ber. Bd. II. S. 202.

[2]) Jahresb. 1853. S. 846.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. LIV. S. 156.

Es ist wohl nicht zweifelhaft, dafs das von Breithaupt und von Fiedler beobachtete Vorkommen des Aragonit in Begleitung von Kalkspath nicht zu den Pseudomorphosen des letzteren nach ersterem gezählt werden kann.

Haidinger führt endlich an, dafs die schönen Varietäten der sogenannten Eisenblüthe in den Eisensteinlagerstätten in *Steyermark* und *Hüttenberg* in *Kärnthen* meist aus erkennbaren, wenn auch oft sehr kleinen Aragonitkrystallen bestehen, während andere aus faserigem Kalke und auf der Oberfläche mit Kalkspathindividuen zusammengesetzt sind.

Aus allem diesem geht hervor, dafs sowohl Bildungen des Aragonit, als Umwandlungen desselben in Kalkspath unabhängig von der Temperatur erfolgen können und dafs sich wohl der meiste Aragonit aus kalten Gewässern abgesetzt hat. Unter welchen Bedingungen sich aus solchen Gewässern der kohlensaure Kalk theils als Kalkspath, theils als Aragonit abscheidet, ist jedoch bis jetzt noch unbekannt.

So haben wir denn gesehen, dafs sich aus Gewässern dichter wie körniger Kalk, Kalkspath wie Aragonit absetzen.

Weitere Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit führt Haidinger [1]) an. Einige Pseudomorphosen aus *Siebenbürgen* beschreibt G. Rose [2]). Eine derselben ist dadurch merkwürdig, dafs der umgeänderte Aragonitkrystall auf der Oberfläche aus Kalkspathkrystallen besteht, die nicht allein in ihrer Form deutlich erkennbar sind, sondern auch eine untereinander und gegen den frühern Aragonitkrystall ganz bestimmte Lage haben. Risse durchsetzen die ganze Pseudomorphose. Sie sind leicht erklärlich, da die ganze Masse des Aragonit bei ihrer Umänderung in Kalkspath, wegen des geringen specifischen Gewichtes des letzteren, sich ausdehnen mufste.

Er kommt ferner vor in Formen von Gaylüssit, Anhydrit, Gypsspath, Flufsspath, Feldspath und Augit. Durch

[1]) Abhandl. der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch. Prag 1841. S. 5 und 6.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XCI. S. 147 ff.

Verlust von kohlensaurem Natron und Wasser verwandelt sich der Gaylüssit in ein Aggregat von feinkörnigen Kalkspath-Individuen, welche als eine poröse Ausfüllungsmasse des ursprünglichen Minerals erscheinen. Diese Pseudomorphosen sind aber selten [1]). Kalkspath in Formen von Anhydrit mitten in einem dichten Jaspis beschreibt Blum [2]), Es ist dies ein merkwürdiges Beispiel, wie selbst in so dichte Mineralien, wie der Jaspis, Wasser eindringen und darin Veränderungen hervorbringen kann.

Selten wird der kohlensaure Kalk auf der Erdoberfläche zersetzt. Seine Zersetzung durch Kieselsäure und siedendes Wasser (Kap. I. No. 3) geht aber gewifs in den höheren Temperaturen im Innern der Erde von Statten, wenn dort kohlensaurer Kalk und Quarz in Berührung sind; in denjenigen Tiefen, wo Glühhitze herrscht, ist begreiflich die Gegenwart des Wassers nicht erforderlich. Unter den Zersetzungen des kohlensauren Kalk durch stärkere Säuren hat nur die durch Schwefelwasserstoffgas, wenn es durch Oxydation zu Schwefelsäure wird, eine geologische Bedeutung.

Mineralien in Formen von Kalkspath. Kalkspath wird verdrängt von Bitterspath, Eisenspath, Manganspath, Zinkspath, Malachit, Quarz, Prasem, Eisenkiesel, Chalcedon, Carneol, Hornstein, Opal, Eisenoxyd, Göthit, Brauneisenstein, Eisenkies (dieser auch in Formen von Aragonit), Strahlkies, Pyrolusit, Hausmannit, Manganit, Erdkobalt, Blende, Bleiglanz, Kieselzink, Prehnit, Feldstein, Chlorit, Speckstein, Meerschaum, Eisenglanz, Flufsspath, Barytspath. Das Gesetz, dafs die leichtlöslichen Mineralien durch die schwerlöslicheren verdrängt werden, zeigt sich bei keinem Mineral so entschieden, als beim kohlensauren Kalk; denn alle diese Mineralien sind schwerlöslicher als er.

Der kohlensaure Kalk ist endlich ein Versteinerungsmittel von Holz und vegetabilischen Ueberresten.

Mehrere Mineralogen führen Umhüllungs-Pseudomorphosen von Eisenkies in Formen von Kalkspath an;

[1]) Blum die Pseudomorphosen. S. 13.

[2]) Nachtrag II. zu den Pseudomorphosen. S. 18.

genauere Angaben über dieses Vorkommen fehlen aber. Blum[1]) beschreibt ein stumpfes Kalkspath-Rhomboeder von *Freiberg*, welches von Strahlkies überzogen und meist verdrängt ist. Die Krystalle sind aufsen rauh und drusig, auch gekörnt, die Kanten zugerundet, manchmal gar nicht mehr erkennbar, indem einzelne Krystalle als Linsen erscheinen. Im Innern sind diese Pseudomorphosen gewöhnlich ganz erfüllt, selten hohl; denn meist ist noch ein kleiner Ueberrest von Kalkspath vorhanden.

Wenn Gewässer, Eisenoxydulbicarbonat und Schwefelwasserstoff enthaltend, mit Kalkspath in Berührung kommen, ergreift der kohlensaure Kalk die Kohlensäure des Eisensalzes und wandelt sich in Kalkbicarbonat um, welches von den Gewässern fortgeführt wird, Schwefeleisen setzt sich ab. Es sind daher keine Verdrängungs-Pseudomorphosen, sondern Umwandlungs-Pseudomorphosen: der kohlensaure Kalk ist das Fällungsmittel des Schwefeleisens.

Märtens[2]) beschreibt Gypsquellen im Thale zwischen *Elm* und *Asse*, welche aus der Dammerde am Fufse eines Gypsstockes entspringen und in 10000 Th. Wassers 13—16,67 schwefelsauren Kalk, 1,67—3,33 kohlensauren Kalk, eine geringere Menge kohlensaures Eisenoxydul und eine organische Substanz enthalten. Das Wasser einer dieser Quellen setzt auf seinem ganzen Laufe zwischen lebenden Pflanzen und organischen Substanzen Schwefeleisen als schwarzen Niederschlag so wie Kalktuff ab, und verliert sich in einem Moorboden. Ein Moos, Hypnum tamariscinum, trägt noch vegetirend zur Ausscheidung der kohlensauren Kalkerde bei, welche sich auf seinen Blättern absetzt.

Die Materialien zur Bildung des Schwefeleisens können nur in dem im Quellwasser gelösten kohlensauren Eisenoxydul und schwefelsauren Kalk, der durch die organischen Substanzen zersetzt wird, gesucht werden. Nach Versuchen von Märtens wird bei dieser Zersetzung nicht Schwefelwasserstoff, sondern sogleich Schwefeleisen ge-

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 299.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1855. S. 33.

bildet. Dies stimmt damit überein, dafs das Quellwasser nur halbgebundene und wenig oder keine freie Kohlensäure enthält; denn Schwefelwasserstoff kann aus Schwefellebern überhaupt nur gebildet werden, wenn freie Säuren vorhanden sind.

War der Absatz des Kalktuff stets dem des Schwefeleisens vorhergegangen: so waren und sind noch die Bedingungen zum Absatze des letzteren gegeben. Der kohlensaure Kalk ergreift die halbgebundene Kohlensäure des Eisenoxydulbicarbonat, das einfache kohlensaure Eisenoxydul wird vom Schwefelcalcium zersetzt, und das gebildete Kalkbicarbonat löset sich in Wasser auf. Es scheint also auch hier, wie in der beschriebenen Pseudomorphose, der kohlensaure Kalk den Absatz des Schwefeleisens zu bedingen.

Im Moore findet sich eine starke Ablagerung von Schwefeleisen, weil hier, im stagnirenden Wasser, die Fäulnifs angehäufter organischer Ueberreste die Zersezzung der schwefelsauren Kalkerde sehr befördert. Aber auch im Moore setzte sich in früheren Zeiten sehr viel und jetzt noch Kalktuff ab, wie sich dies an einer Stelle zeigt, wo das Moor trocken liegt. Dieser Kalktuff ist so mächtig, dafs er als Baumaterial gebrochen wurde. Auf ihm findet sich kein Schwefeleisen; Märtens schliefst aber auf seine frühere Existenz und auf seine Oxydation nach dem Austrocknen des Moors, und leitet den bedeutenden Eisengehalt des Kalktuff davon ab. Dieser Annahme entspricht die ungemein feine Zertheilung des Eisenoxydhydrat, welches man erhält, wenn künstlich auf nassem Wege dargestelltes Schwefeleisen durch atmosphärische Luft oxydirt wird (Kap. XXI). Wohin daher Gewässer dringen, dahin werden sie auch das in ihnen in der feinsten Zertheilung schwebende Eisenoxydhydrat führen.

Märtens bemerkt, dafs überall, wo viel Schwefeleisen längere Zeit mit organischen Substanzen bei abgeschlossener Luft in Berührung war, ein starker Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrgenommen wird. Er schreibt dies einer Zersetzung des Schwefeleisens durch die organischen Substanzen zu. Diesem gemäfs müfste der Was-

serstoff der in Zersetzung begriffenen organischen Stoffe im Stande sein, den mit so grofser Verwandtschaft an das Eisen gebundenen Schwefel aufzunehmen. So lange eine solche Bildung von Schwefelwasserstoffgas nicht durch einen directen Versuch bewiesen wird, müssen wir sie in Zweifel ziehen, und um so mehr, da eine andere, auf Thatsachen gestützte Erklärung vorliegt. Es ist nämlich die Kohlensäure-Entwicklung aus in Fäulnifs begriffenen organischen Substanzen, welche bekanntlich auch beim Ausschlusse der atmosphärischen Luft erfolgt, und die gegenseitige Zersetzung des Schwefeleisens und des Wassers, mithin die Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas bewirkt.

Einige Bemerkungen, welche Märtens hinzufügt, weisen auf die Bedeutung des Zersetzungsprocesses des Gyps durch organische Substanzen in dortiger Gegend hin. Unter der Dammerde findet sich eine Lehmschicht und unter dieser meist eine lehmige Sandschicht, beide von Eisenoxydhydrat gelb gefärbt. Diese Schichten waren früher Dammerde, aus welcher sie durch den Einflufs gypshaltiger Wasser entstanden sind; denn im Moore wie in der Dammerde sind es die organischen Substanzen, welche durch den Sauerstoff im schwefelsauren Kalk in Kohlensäure und Wasser umgewandelt werden, und auf diese Weise verschwinden. Der Gyps zerstört daher die organischen Ueberreste in der Dammerde und es bleibt blos das Unorganische zurück; ebenso wirkt er feindlich auf die Torfbildung. Der kohlensaure Kalk, das Product der Zersetzung des Schwefelcalcium durch die Kohlensäure des zersetzten kohlensauren Eisenoxydul, füllt den Raum des verzehrten Torfes aus.

Da beim Verschwinden der organischen Substanzen keine Kohlensäure mehr gebildet, mithin die atmosphärische Luft nicht mehr zurückgedrängt wird: so erliegt das Schwefeleisen der Oxydation. Dafs hierbei wieder Gyps entsteht, davon wird später die Rede sein.

Wie leicht und schnell organische Substanzen und schwefelsaurer Kalk auf einander wirken, geht daraus hervor, dafs man in dortiger Gegend grofse Wassermassen beim Aufbewahren kaum vor Zersetzung schützen kann.

Es ist hieraus zu schliefsen, dafs überall, wo diese Substanzen zusammentreffen, auch dieser Zersetzungsprocefs und die Bildung von Schwefeleisen von Statten gehen wird, wenn gleichzeitig Eisenoxydulbicarbonat vorhanden ist. Von dieser auf dem Meeresboden aus eisenhaltigen mit organischen Ueberresten gemengten Sedimenten erfolgenden Bildung, die in der Steinkohlenformation einen grofsen Umfang erreicht, war Bd. I. S. 816 ff. die Rede.

B. Kohlensaure Magnesia.

Die Löslichkeit der kohlensauren Magnesia in kohlensaurem Wasser wurde auf dieselbe Weise ermittelt wie die des Kalkcarbonat, und die Zahlen geben die Menge solchen Wassers an, in welchem 1 Th. Magnesia aufgelöst wurde:

1) Reine Magnesia in Wasser eingerührt und 24 Stunden lang Kohlensäuregas durchgeleitet 743 Th.

Zwei andere Versuche gaben sehr nahe dasselbe Resultat.

2) Magnesia alba dargestellt aus schwefelsaurer Magnesia durch kohlensaures Kali in der Siedhitze präcipitirt 996 Th.

3) Fein zerriebener Magnesit 20313 Th.

Der Magnesit fordert also 20 bis 27mal soviel kohlensaures Wasser zur Auflösung als die künstlich dargestellten Magnesiacarbonate. Die von den Aggregat-Zuständen abhängigen Löslichkeitsverhältnisse treten mithin bei diesem Carbonate noch bei weitem mehr hervor als bei dem Kalkcarbonat. Dasselbe gilt auch von den Silicaten. Man ersieht hieraus, dafs sich die Natur in metamorphischen Processen einen weiten Spielraum vorbehalten hat, welcher ihr es möglich macht, je nach verschiedenen Löslichkeitsverhältnissen entgegengesetzte Wirkungen hervorzubringen, bald eine Substanz A durch B, bald B durch A zu verdrängen (Kap. I. No. 63). Die oben angedeuteten Bemerkungen erlangen dadurch ihre weitere Begründung.

Die kohlensaure Magnesia kommt krystallisirt vor als Magnesitspath im Chloritschiefer (*Zillerthal, Fassa-*

thal), im Talkschiefer (*St. Gotthard, Dovrefjeld* in *Norwegen*), im Serpentin [1]) (Insel *Unst*) und im Gyps (*Hall* in *Tyrol*), mithin sehr selten.

In stockförmigen Massen tritt der Magnesitspath auf zwischen *Gloggnitz* und *Schottwien* in *Steyermark* in der Grauwacke an vier verschiedenen Punkten. Er hat ein grobkörniges, krystallinisches Gefüge [2]). In ganzen Felsmassen fand ihn Foetterle [3]) gleichfalls in *Steyermark* in krystallinischen Schiefern unfern *Bruck* an der *Mur* im *Tragöss-Thale* zwischen dem Kalksteinzuge, der von *Mohapp*, nordöstlich von *Trofajach* über *Katharein* bis *Thörl* südlich von *Aflenz* zieht. Der Magnesit hat wie der Kalkstein ein sehr grobkörnig-krystallinisches, in manchen Stücken mehr blätteriges Ansehen, ist weifs im unreinen Theile in's Blauliche übergehend, was auch beim Kalkstein der Fall ist.

Ich habe diese Punkte selbst besucht, und war überrascht durch die Gröfse dieser Magnesitfelsen.

Der Magnesit zwischen *Gloggnitz* und *Schottwien* ist weniger rein als der aus der Nähe von *Bruck*, wie nachstehende Analysen von C. v. Hauer zeigen:

Kohlensaure Magnesia . . .	89,22	94,77	99,22
Kohlensaure Kalkerde . . .	3,89	0,86	Spur
Kohlensaures Eisenoxydul . .	5,10	1,54	0,69
Unlöslich in Säuren . . .	1,29	2,83	0,09
	99,50	100,00	100,00

Nicht krystallisirt findet sich der Magnesit in grofsen Massen in Serpentin (*Gulsen* in *Steyermark*, *Eybenschitz* und *Hrubschitz* in *Mähren*, *Baumgarten* in *Schlesien*, *New-Gohen* in *Pennsylvanien*, *Sulem* in *Indien*), in Klüften im Dolerit (*Kaiserstuhl-Gebirge*). Von dem Vorkommen des quarzigen Magnesit wird im Kap. XXV die Rede sein.

Es ist gewifs eine merkwürdige Erscheinung, die

[1]) Nach A. A. Hayes (Jahresb. 1856 S. 909) besteht der sehr wechselnd gefärbte sog. Serpentinfels von *Roxbury* und andern Localitäten in *Vermont* grofsentheils aus kohlensaurer Magnesia.

[2]) Foetterle im Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. 1852. S. 145.

[3]) Ebend. Bd. VI. S. 68 ff.

zum Nachdenken Anlafs gibt, dafs kohlensaurer Kalk in so ungeheueren, kohlensaure Magnesia dagegen verhältnifsmäfsig in so geringen Quantitäten vorkommt, dafs aber auf der andern Seite kieselsaure Magnesia in so grofsen, kieselsaurer Kalk dagegen in so geringen Quantitäten (Kap. XXV) sich im Mineralreiche findet. Dafs alle Kalksteine in den secundären Formationen Absätze aus dem Meere sind, ist unzweifelhaft. Die dichten Magnesite im Serpentin haben aber diesen Ursprung gewifs nicht, sondern sie sind höchst wahrscheinlich aus der Zersetzung krystallinischer Gesteine zugleich mit dem Serpentin hervorgegangen. Die Analysen der Flufswasser zeigen (Bd. I. S. 281), dafs dem Meere bei weitem mehr kohlensaurer Kalk, als kohlensaure Magnesia zugeführt wird; die dermaligen Absätze des ersteren aus dem Meerwasser müssen daher viel bedeutender als die des letzteren sein, und dafs es eben so in früheren Zeiten war, zeigen, abgesehen von den vorhin angeführten Magnesiten in *Steyermark*, die in den secundären Formationen fehlenden Lager von dichtem Magnesit. Dagegen finden wir in den mit Kalklagern wechselnden Dolomiten die kohlensaure Magnesia als wesentlichen Bestandtheil. Dies führt zu der höchst wahrscheinlichen Annahme, dafs hauptsächlich im Dolomit die dem Meere durch die Flüsse zugeführte kohlensaure Magnesia zu suchen sei.

Die kohlensaure Magnesia in Quellen, die aus Gesteinen kommen, welche dieses Carbonat nicht enthalten, kann sich nur durch Zersetzung der Magnesiasilicate in den Mineralien, aus welchen diese Gesteine bestehen, durch Kohlensäure bilden (Kap. I. Nr. 1 c). Das Zusammenvorkommen von dichtem Magnesit mit Opal in Serpentinen spricht sehr zu Gunsten dieser Zersetzung. Der Magnesitspath in den oben angeführten Schiefern etc. kann nur denselben Ursprung haben. Auch durch die Kap. I. Nr. 3. 4. 12 angeführten Processe so wie durch Zersetzung des Chlormagnesium durch die organische Thätigkeit der Pflanzen (Bd. I. S. 606) kann kohlensaure Magnesia entstehen.

Löset man die sogenannte Magnesia alba in mit Kohlensäure imprägnirtem Wasser auf und überläfst die Ma-

gnesiabicarbonat enthaltende Auflösung der Verdunstung in gewöhnlicher Temperatur: so verflüchtigt sich mit dem Wasser die Hälfte der Kohlensäure und es krystallisirt neutrale kohlensaure Magnesia mit 3 At. Krystallwasser heraus. Wird die Lösung in kohlensaurem Wasser im Wasserbade verdunstet: so schiefst, nach G. Rose, wasserfreie kohlensaure Magnesia an. Wird dagegen die gesättigte Lösung bis nahezu 0⁰ abgekühlt und läfst man in dieser Temperatur die Kohlensäure sich verflüchtigen: so krystallisirt das neutrale Salz mit 5 At. Wasser heraus.

Aus Gewässern, welche Magnesiabicarbonat enthalten, würde demnach neutrale kohlensaure Magnesia mit 3 At. Krystallwasser herauskrystallisiren, wenn sie der freiwilligen Verdunstung ausgesetzt wären. Bis jetzt hat man aber noch keinen wasserhaltigen Magnesit gefunden. Da indefs jene Krystalle in trockner Luft und bei gelinder Wärme ihr Wasser verlieren, milchweifs und undurchsichtig werden, aber ihre Form beibehalten: so läfst sich eine solche Bildung der kohlensauren Magnesia, z. B. wenn Gewässer, welche Magnesiabicarbonat enthalten, durch eine Spalte langsam hinabfliefsen und verdunsten, sehr wohl begreifen.

Der zweite, unter den oben genannten Processen, kohlensaure Magnesia als Absatz, und zwar im wasserfreien Zustande zu erhalten, ist derjenige, welcher allein bei den heifsen Quellen denkbar ist. Allein eine fortwährende Verdunstung im Wasserbade ist eine Bedingung, die in der Natur wohl nur sehr selten und namentlich nicht in *Carlsbad* (Bd. I. S. 537) stattfindet.

Vielleicht würde sich dieses Carbonat dort bilden, wenn die ablaufenden Gewässer einen langen Weg in einem Kanale zurückzulegen hätten, ehe sie sich in den *Tepelflufs* ergössen. Dies ist aber nicht der Fall. In *Ems* hingegen scheinen in dem Kanale, von welchem der magnesiahaltige Sinter herrührt, die Bedingungen zum Absatze der kohlensauren Magnesia, nämlich allmälige Verdunstung des Wassers, gegeben zu sein.

Endlich haben wir noch zu berücksichtigen, dafs die kohlensaure Magnesia mit kohlensaurem Natron bekanntlich ein Doppelsalz gibt, welches zwar für sich selbst im

Wasser unlöslich ist; aber bei seiner künstlichen Darstellung erst nach einigen Tagen krystallisirt. Da nun diese beiden Salze in den heifsen Quellen, wie zu *Carlsbad*, meist zusammen vorkommen: so mag auch dieser Umstand dem Absatze der kohlensauren Magnesia entgegenwirken, wie ja überhaupt die Magnesiasalze sich bei chemischen Analysen so häufig bei Gegenwart anderer Salze, mit denen sie Doppelsalze eingehen, der Fällung entziehen.

Wir sehen, wie auch diese erörterten Umstände mit dem seltenen Vorkommen des Magnesit übereinstimmen.

Magnesitspath kommt nicht in Formen anderer Mineralien vor. Dagegen ist ein Beispiel einer Verdrängung desselben durch Talk bekannt. Siehe Kap. XL. Als Versteinerungsmittel kommt die kohlensaure Magnesia nicht vor.

C. Bitterspath und Dolomit.

Der Bitterspath findet sich in fast allen körnigen Varietäten des Dolomit in Poren und Drusenräumen in oft sehr schönen Krystallen, auch zuweilen in Drusenräumen anderer Gesteine, so im körnigen Kalk, Bergkalk, Muschelkalk, buntem Sandstein, Kupferschiefer, Gyps, Basalt, Dolerit-Mandelstein und in Laven vom *Vesuv*. Am häufigsten kommt er aber auf Erzgängen in verschiedenen Gesteinen vor. Der Dolomit ist eine sehr verbreitete Gebirgsart und findet sich sehr häufig im Wechsel mit sedimentärem Kalkstein.

Bitterspath und Dolomit sind Doppelsalze aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia. Rammelsberg[1]) bemerkt, wie zwar die verschiedenen Carbonate im Bitterspath und Dolomit in sehr ungleicher Menge vorhanden sein können, die reinsten Abänderungen jedoch nur Kalkerde und Magnesia in Verhältnissen enthalten, die sich stets gewissen einfachen Proportionen nähern.

Dafs der Bitterspath in ausgebildeten Krystallen eine chemische Verbindung aus Kalk- und Magnesiacarbonat ist, kann nicht bezweifelt werden. Gleichwohl finden wir beide

[1]) Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. Bd. I. S. 96.

Carbonate in krystallisirten Bitterspathen von verschiedenem Vorkommen in sehr verschiedenen Verhältnissen. Es ist daher nicht nöthig, dafs sich beide Carbonate nach bestimmten Atomverhältnissen verbinden, um eine selbstständige krystallisirte Verbindung hervorzubringen. Ueberdies kommen in manchen Bitterspathen kohlensaures Eisenoxydul und kohlensaures Manganoxydul als Vertreter der kohlensauren Magnesia hinzu, in welchem Falle noch weniger bestimmte Atomverhältnisse zu erwarten sind. Nichts desto weniger weisen die Analysen der Bitterspathe und Dolomite nach, dafs sich die Verhältnisse der kohlensauren Kalkerde und der kohlensauren Magnesia um so mehr dem Verhältnisse gleicher Aequivalente nähern, je weniger andere Carbonate und Bestandtheile vorhanden sind. Demgemäfs würden sich wahrscheinlich beide Carbonate stets in diesem Verhältnisse mit einander zu Bitterspath oder Dolomit verbinden, wenn nicht gleichzeitig andere Carbonate vorhanden wären.

Rammelsberg stellt folgende drei Atomverhältnisse, denen sich die Bitterspathe und Dolomite mehr oder weniger nähern, auf:

I.	Kohlensaure Kalkerde	1 At.	= 54,18
	Kohlensaure Magnesia	1 At.	= 45,82
			100,00

Hierher gehören: 1) der Bitterspath vom *Zillerthal*, von *Jena*, von *Orenburg* und von mehreren anderen Fundorten; 2) der Dolomit von *la Spezzia*, von *Scheidama*, von den Bergen von *Ollioules* und *Cette* in *Frankreich*, von der Südküste der Insel *Capri*, vom *Valle di Sambuco*, von *Minuri*, aus dem Kirchspiele *Vaage* in *Norwegen*, vom *Altenberg* bei *Aachen* (dichter Dolomit) und 36 unter 96 von Karsten[1]) analysirte Dolomite; 3) der sogenannte Rauchkalk in der Gegend von *Ilfeld*, von *Suhl* und aus der Zechsteinformation zwischen *Beyenrode* und der *Mommel* am *Thüringer Walde*

II.	Kohlensaure Kalkerde	3 At.	= 63,95
	Kohlensaure Magnesia	2 At.	= 36,05
			100,00

[1]) Archiv für Mineral. Bd. XVII. S. 57 ff.

Hierher gehören: 1) der Bitterspath von *Kolozoruk*, von *Glücksbrunn* eine Varietät aus dem *Zillerthal* u. s. w.; 2) der Dolomit von *Liebenstein*, von der Küste zwischen *Vico* und *Sorrento*; 3) 4 unter den 96 von Karsten analysirten Dolomiten.

III.	Kohlensaure Kalkerde 2 At.	= 70,28
	Kohlensaure Magnesia 1 At.	= 29,72
		100,00

Hierher gehören: 1) der krystallisirte Bitterspath von *Hall* in *Tyrol* und vom *Taberg* in *Wärmland*; 2) der amorphe Gurhofian.

Man sieht, dafs in diesen drei und in den ihnen sich nähernden Mischungsverhältnissen Bitterspathe krystallisiren können, dafs aber eigentlicher Dolomit vorzugsweise die Zusammensetzung I, selten die von II und gar nicht die von III zu haben scheint.

Karsten zieht aus seinen vielen sehr dankenswerthen Analysen von Dolomiten das Resultat, dafs in den krystallisirten stets 1 At. kohlensaurer Kalk mit 1 At. eines anderen Carbonats verbunden ist. Dieses Carbonat ist bald kohlensaure Magnesia allein, bald mit kohlensaurem Eisen- oder Manganoxydul, bald mit beiden gemischt. Einige Dolomite aus *Oberschlesien* nähern sich der Zusammensetzung aus 3 At. kohlensaurer Kalkerde, 2 At. kohlensaurer Magnesia und 1 At. kohlensaurem Eisenoxydul. Dies scheint aber das Maximum dieses Carbonats zu sein, welches eine correspondirende Menge von kohlensaurer Magnesia im Dolomit vertritt. Bei nicht krystallisirten Dolomiten sind unzählige Verhältnisse zwischen Kalkerde und Magnesia möglich und kommen auch wirklich vor. Aber diese sind blos Gemenge aus Dolomit und kohlensaurem Kalk.

Aus allen Analysen ergibt sich, dafs in den Dolomiten, deren Zusammensetzung sich der von (I) nur nähert, die kohlensaure Magnesia nie mehr, sondern stets weniger als 45,82 % beträgt, dafs dagegen die kohlensaure Kalkerde 54,18 % immer übersteigt.

Dolomite brausen merklich mit Säuren erst dann, wenn sie gepülvert mit Säuren digerirt werden. Dies zeigt,

dafs sie wirkliche Doppelsalze sind; denn wären sie blos Gemenge aus kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Magnesia: so müfsten sie schon in der Kälte und in derben Stücken mit Säure brausen, da wenigstens erstere für sich unter diesen Umständen braust[1]). Dolomitische Mergel und Kalksteine brausen mit Säuren meist schon in gröfseren Stücken. Karsten[2]) fand, dafs aus ihnen verdünnte Essigsäure bei einer Temperatur unter Null nur kohlensauren Kalk auszieht, und eine dolomitische Masse gröfstentheils zurückbleibt. Daher hält er sie für Verbindungen (Gemenge) aus Dolomit und unverändertem kohlensauren Kalk. So verhielten sich namentlich mehrere Kalksteine aus der Zechstein- und Muschelkalk-Formation.

G. Forchhammer[3]) fand in der Kreide von *Alindelille* unweit *Kingstedt*, in zwei anderen Kalksteinen und in einem bei *Clermont*, der aus kleinen Süfswasser-Muscheln besteht, welche von Insektenlarven zu Röhren zusammengekittet sind, 0,371 bis 1,02 % kohlensaure Magnesia. So verhalten sich die meisten der durch Schalthiere oder Korallen gebildeten Kalksteine, und diese geringe Menge kohlensaurer Magnesia rührt von den organischen Wesen her, welche den kohlensauren Kalk und die kohlensaure Magnesia gesammelt und abgesondert haben. Nach Forchhammer's Analyse einer grofsen Menge von Korallen und anderer Seethierschalen beträgt in den ersteren die kohlensaure Magnesia ungefähr ½ % von ihrer Masse, in Corallium nobile steigt sie bis auf 2,1 % und in Isis hippuris bis auf 6,4 %. In den Bivalven beträgt sie 0,5 % bis 1 %, in den Univalven 0,2 % bis 0,5 %, in den Cephalopoden 0,1 % bis 0,4 %, und in den Anneliden 1,3 % bis 7,6 %. Mit Ausnahme der Corallium- und Isis-Familie und der Serpula beträgt daher die kohlensaure Magnesia im Allgemeinen weniger als 1 %. Wir können uns daher leicht erklären,

[1]) Der Bitterspath verhält sich wie der Dolomit; denn er fordert ein mehrere Tage fortgesetztes anhaltendes Sieden mit Salzsäure zur Auflösung.

[2]) Archiv für Mineral. Bd. XXII. S. 572.

[3]) Oversigt over det Kongelige Danske Videnskab. Selskabs Forhandlingar 1849. 5. 6. S. 83.

weſshalb die Kalksteine, die von ähnlichen Thieren gebildet worden, dieselbe Menge Magnesia enthalten. Setzt man 2 % für die Menge kohlensaurer Magnesia, die in einem Kalkstein noch enthalten sein kann, ohne daſs er seinen Charakter als Kalkstein verändert: so nimmt man eine Grenze an, die durch die Wirkung der Kalk absondernden Meerthiere bestimmt ist. Die von Serpulen von Corallium und Isis und wahrscheinlich von anderen Geschlechtern gebildeten Kalksteine verdienen aber dolomitische Kalksteine genannt zu werden.

Nach einer groſsen Zahl von Analysen von Forchhammer sind in den dichten Dolomiten kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia nicht in einem einfachen Aequivalenten-Verhältnisse vorhanden; dieses fand er nur in den körnig-krystallinischen Varietäten. Dennoch kann man jene nicht für mechanische Gemenge halten; denn er fand, daſs namentlich der dichte Dolomit von *Faxö* ein Doppelsalz aus gleichen Aequivalenten kohlensauren Kalks und kohlensaurer Magnesia mit reinem oder fast reinem kohlensauren Kalk gemischt ist; denn als er diesen Dolomit mit Essigsäure behandelte, löste sich ein Theil I auf und ein weiſses grobes Pulver II blieb zurück.

	I.	II.
Kohlensaurer Kalk . . .	97,13	58,38
Kohlensaure Magnesia . .	2,87	41,42

Letzteres Verhältniſs kommt aber sehr nahe gleichen Aequivalenten beider Carbonate. Er hält es daher für sehr wahrscheinlich, daſs die dichten Dolomite Gemenge von kohlensaurem Kalk mit einem aus gleichen Aequivalent zusammengesetzten Dolomit sind.

Die Bildung des Dolomit, und namentlich die kritische Beleuchtung der vielen von Geologen aufgestellten Hypothesen behalten wir Bd. III. Kap. Dolomit vor.

Bitterspath in Formen anderer Mineralien. Sehr häufig findet er sich besonders in Erzgängen, aber auch in Drusenräumen von buntem Sandstein und von doleritischen Conglomeraten in Achatkugeln u. s. w. in der Form von Kalkspath. Die Umwandlung geht von auſsen nach innen, und im Innern sind entweder noch

Reste des früheren Kalkspath, oder die Krystalle sind ganz hohl[1]).

Die Skalenoeder einer Pseudomorphose aus dem *Teufelsgrund* im *Münsterthal* im *Breisgau*[2]), welche einzeln wie Pyramiden auf einer ziemlich ebenen Fläche sitzen, sind völlig hohl und haben aufsen und innen ganz glatte, gelb-braune Wände, welche dünner als Postpapier und daher sehr zerbrechlich sind. Wahrscheinlich ist dieser Bitterspath zum Theil in ocherigen Brauneisenstein umgewandelt.

Breithaupt[3]) fand diese Pseudomorphose in mehreren Gruben bei *Freiberg* und in *Przibram*, stets mit Raumverminderungen, und manchmal sind die Krystalle hohl. Auch Müller[4]) spricht von hohlen Pseudomorphosen.

Eine solche Pseudomorphose bestand nach Ettling[5]) aus:

Kohlensaurem Kalk	48,97
Kohlensaurer Magnesia	33,27
Kohlensaurem Eisenoxydul	14,89
Kohlensaurem Manganoxydul . . .	2,09
	99,22

Ed. Kleszcsynski[6]) theilt Näheres mit über die oben erwähnte Pseudomorphose auf den Erzgängen von *Przibram*, welche unter die seltensten der dortigen Gänge gehört. Die Form dieser innen stets hohlen Pseudomorphosen ist die ungleichkantige sechsseitige Pyramide (P^3), eine Krystallform, welche sich unter den ungemein häufigen Kalkspathdrusen dieser Gänge selten vorfindet, welche kaum eine andere Form als das stumpfe Rhomboeder $R - 1$ und die Combination desselben mit $R + \infty$ zeigen. Die jetzt vorhandenen Kalkspathbildungen gehören zu den jüngsten dieser Gänge, die des Bitterspath zeigen sich zum Theil als viel ältere, welche Umwandlungs-Pseudomorphosen früher vorhanden gewesener Kalkspathkrystalle sind.

1) Blum die Pseudomorphosen. S. 51.

2) A. Müller im Jahrb. für Mineral. 1855 S. 415.

3) Ebend. S. 842.

4) Ebend. S. 69.

5) Jahresbericht 1855. S. 974.

6) Jahrb. der k. k. Reichsanst. VI. Jahrg. S. 61.

Die hier erwähnten Bitterspath-Pseudomorphosen zeigen eine Fortbildung nach Innen.

Diese Umwandlung fordert, dafs 45,82 % Kalkspath durch ebensoviel kohlensaure Magnesia verdrängt werden. Wenn aber die Gewässer wenig Magnesiabicarbonat enthalten, mithin viel von ihnen erforderlich ist, um jene kohlensaure Magnesia zu liefern, wenn sie dagegen noch freie Kohlensäure enthalten: so wirkt diese auflösend auf den kohlensauren Kalk, und es wird von diesem mehr fortgeführt, als zur Bildung des Bitterspath nöthig ist. Hohle Räume müssen daher entstehen. Nur in dem gewifs seltenen Falle, dafs die Gewässer mit dem Magnesiabicarbonat gesättigt sind, werden diese nicht entstehen.

In Formen von Barytspath findet sich Bitterspath zu *Schemnitz* in *Ungarn* und zu *Przibram*[1]), in Formen von Flufsspath kommt er wahrscheinlich in *Derbyshire* vor[2]), und Breithaupt[3]) beschreibt eine Pseudomorphose von Bitterspath in Formen von Anhydrit. Diese drei Pseudomorphosen können nur durch Verdrängung des ursprünglichen Minerals entstanden sein.

Eisenspath, Eisenoxyd, Brauneisenstein, Stilpnosiderit, Eisenkies, Pyrolusit, Quarz, Chalcedon, Speckstein, Kupferlasur, Kieselzink und Blende kommen in Formen von Bitterspath vor. Alle diese Mineralien, welche ihn verdrängt haben, sind ohne Zweifel schwerlöslicher, als er. Als Versteinerungsmittel ist er nicht bekannt.

D. Kohlensaurer Baryt und kohlensaurer Strontian.

Nach meinen Versuchen löst sich der kohlensaure Baryt in 4300 Th. kalten und in 2300 Th. kochenden Wassers auf. Nach Fresenius[4]) löst er sich in 14137 Th. kalten und in 15431 Th. siedenden Wassers auf, nach Bineau[5]) in 400000 Th. Wasser. Was die Ursache dieser bedeu-

[1]) Blum erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 92.

[2]) Ebend.

[3]) Paragenesis der Mineralien. S. 202.

[4]) Ann. der Chemie. Bd. LIX. S. 122.

[5]) Jahresb. 1855. S. 296.

tenden Differenz ist, weifs ich nicht anzugeben. Wahrscheinlich rühren diese bedeutenden Differenzen von verschiedenen Aggregatzuständen der angewandten kohlensauren Baryterde her, wie dies beim kohlensauren Kalk und bei der kohlensauren Magnesia entschieden nachgewiesen ist.

Kohlensaurer Strontian löst sich nach Bineau in 300000 Th. Wasser auf.

Kohlensaurer Baryt, dargestellt aus Chlorbaryum, durch kohlensaures Kali, im Wasser suspendirt, durch welches 24 Stunden lang Kohlensäure strömte, löste sich in 1267 Th. kohlensaurem Wasser auf.

Um die Löslichkeit des kohlensauren Baryt mit der des kohlensauren Kalk zu vergleichen, wurde dieser, dargestellt aus Chlorcalcium und kohlensaurem Kali, ebenso behandelt; er löste sich in 1950 Th. kohlensaurem Wasser auf. Der kohlensaure Baryt ist daher löslicher als der kohlensaure Kalk.

Käme jener ebenso häufig vor wie dieser: so würden sich Verdrängungs-Pseudomorphosen nach Witherit ohne Zweifel ebenso häufig finden als nach Kalkspath. Bis jetzt ist aber nicht ein einziges Mineral in Formen von Witherit bekannt geworden, defshalb ist die Aufmerksamkeit der Mineralogen auf diesen Gegenstand zu lenken.

Vorkommen. Er kommt nur selten vor. Krystallisirt findet er sich auf Erzgängen im Thonschiefer, im Bergkalk, in der Steinkohlenformation, im Granit und Feldsteinporphyr. Von seinem Vorkommen in Quellen und von seiner wahrscheinlichen Bildung aus Barytsilicaten in Mineralien und aus schwefelsaurem Baryt, so wie von seiner Umwandlung in dieses Barytsalz, wird im Kap. XXI. die Rede sein.

Breithaupt [1]) führt als Seltenheit eine Umwandlung des Barytspath in Witherit an. Da kohlensaure Alkalien in wässriger Lösung noch bei 20° bis 22° schwefelsauren Baryt zersetzen: so kann man sich diese Umwandlung auf diese Weise im Mineralreiche wohl denken; denn Quellen von solcher Temperatur gehören nicht zu den Seltenheiten.

[1]) A. a. O. S. 202.

Krystallisirter kohlensaurer Strontian kommt auf Erzgängen in Gneifs, Thonschiefer und Glimmerschiefer vor. Im aufgelösten Zustande kommt er sehr häufig in Mineralquellen als Begleiter des kohlensauren Kalk vor, gewöhnlich aber nur in Spuren.

E. Kohlensaures Eisenoxydul und kohlensaures Manganoxydul.

Die Löslichkeit des kohlensauren Eisenoxydul im Wasser mit Kohlensäure gesättigt ist unten angeführt.

Das kohlensaure Eisenoxydul findet sich nächst dem kohlensauren Kalk und dem Dolomit unter allen kohlensauren Salzen in gröfster Menge. Vollkommen krystallisirt als Eisenspath auf Gängen und Lagern im älteren Gebirge und auf liegenden Stöcken in sedimentären Kalksteinen. Unvollkommen krystallisirt als Sphärosiderit in Basalt und Dolerit etc. und amorph im thonigen Sphärosiderit, der bedeutende Lager in der Braunkohlenformation, im Schiefer der Steinkohlenformation und im Quadersandstein bildet. Das kohlensaure Eisenoxydul [1]) enthält häufig Manganoxydul, welches bis 18% steigt.

Es ist unzweifelhaft, dafs bei weitem das meiste kohlensaure Eisenoxydul durch Zersetzung der Eisenoxydulsilicate mittelst kohlensaurem Wasser entstanden ist (Kap. I. No. 1. d). Bildungen dieses Carbonats durch andere Processe (No. 13) gehören gewifs zu den grofsen Seltenheiten.

Da das kohlensaure Eisenoxydul in wässriger Lösung so überaus leicht durch den atmosphärischen Sauerstoff höher oxydirt und als Eisenoxydhydrat ausgeschieden wird: so hat es einige Schwierigkeit, den Absatz des kohlensauren Eisenoxydul als solches zu begreifen. Mehrere Thatsachen, welche den wirklichen Absatz dieses Carbonats aus eisenhaltigen Quellen nachweisen, haben wir schon angeführt (Bd. I. S. 549). Die Gegenwart organischer Substanzen in solchen Gewässern mag wohl in den mei-

[1]) Bödecker fand in dem Sphärosiderit vom Abhange des *Venusberges* bei *Bonn* etwas Vanadin und Titan. (Jahresb. 1855. S. 975.)

sten Fällen die höhere Oxydation des Eisenoxydul bei seinem Absatze verhütet haben. Dafs hierzu sehr geringe Mengen dieser Substanzen hinreichend waren, geht daraus hervor, dafs das Eisenoxydulbicarbonat schwerlöslich im Wasser ist. Die organischen Substanzen konnten daher, wenn sie auch nur in sehr geringen Mengen vorhanden waren, doch so viel betragen, dafs sie die höhere Oxydation des Eisenoxydul verhindern konnten. Ueberdies ist zu bemerken, dafs in einer Spalte, welche unten geschlossen ist, und nur oben mit der atmosphärischen Luft communicirt, ein Luftwechsel nur in sehr beschränktem Grade stattfindet. Die während des Absatzes des kohlensauren Eisenoxydul frei werdende Kohlensäure konnte daher, da sie schwerer als die Luft ist, diese so weit verdrängen, dafs eine höhere Oxydation unmöglich wurde. Die Absätze des kohlensauren Eisenoxydul in der Braunkohlen- und Steinkohlenformation sind um so leichter zu begreifen, da in diesen Formationen die organischen Ueberreste in so grofsem Ueberschusse vorhanden sind.

Klaproth und Döbereiner führen an, dafs der Eisenspath in der Hitze neben Kohlensäure Kohlenoxydgas entwickelt. Glasson[1]) fand dasselbe. Ich fand dafs ein Basalt, welcher Sphärosiderit enthielt, gleichfalls ein solches Gasgemeng entwickelte. Diese Entwicklung von Kohlenoxydgas ist nur aus der Gegenwart von organischen Substanzen zu erklären, welche auch in diesem Basalt gefunden wurden. Enthält daher der Eisenspath noch solche Substanzen, so ist es klar, dafs diese, als er abgesetzt wurde, die Oxydation des Eisenoxydul verhütet haben.

Enthalten Gesteine Eisenoxydsilicate oder Eisenoxydhydrat, welches durch frühere Zersetzung der Eisenoxydulsilicate entstanden ist, und dringen durch solche Gesteine Gewässer, welche organische Substanzen enthalten: so wird durch diese das Eisenoxyd in Eisenoxydul zersetzt, und die sich hierbei bildende Kohlensäure verbindet sich mit letzterem zu kohlensaurem Eisenoxydul. (Kap. I. No. 58)[2]).

[1]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXII. S. 89.

[2]) Mein Sohn Dr. C. Bischof hatte Gelegenheit, beim Bohren

Im Steinkohlengebirge, mehr im Schieferthon, als im Kohlensandstein, kommt häufig Sphärosiderit als Ver-

nach einer Sauerquelle in der Grauwackengruppe im *Ahrthale* Beobachtungen über die Auflösung des Eisenoxydul in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser anzustellen. Es wurden mit zunehmender Tiefe des Bohrloches viele Wasserproben geschöpft, welche eine fortwährende Zunahme der fixen Bestandtheile zeigten. Da das geschöpfte Wasser selten klar, sondern meist trübe war: so wurden die trüben Proben vor der Analyse filtrirt. Hierbei zeigte das filtrirte Wasser stets einen gröfseren Eisengehalt als das klare. Eine Probe, in welcher sehr viel erdige Theile schwebten, klärte sich nach 10 Tagen. Dieses klare Wasser zeigte den gröfsten Eisengehalt. Hieraus ergibt sich, dafs die braun gefärbten schwebenden Theile entweder Eisenoxydul enthielten, welches von dem kohlensauren Wasser aufgelöst wurde, oder dafs, wenn darin blos Eisenoxyd vorhanden gewesen sein sollte, dasselbe durch organische Substanzen im Wasser zu Eisenoxydul reducirt wurde. Beim Filtriren des sehr trüben Wassers zeigte sich stets, dafs das ganz klar filtrirende Wasser bald an der Luft wieder unklar wurde, indem sich ein Theil des aus den schwebenden Bestandtheilen aufgelösten Eisenoxydul oxydirte. Das aus dem Bohrloche geschöpfte klare Wasser zeigte aber diese Erscheinung nicht.

Die ausgeführten Analysen zeigten ferner, dafs die im Wasser löslichen Bestandtheile des Mineralwassers mit der Tiefe in gröfserem Verhältnisse zunehmen, als die als Bicarbonate aufgelösten Erdsalze, welches zeigt, wie sich die Bestandtheile der Quellen in ihrem Laufe verändern.

Es ist sehr bemerkenswerth, dafs man in den Umgebungen des angeführten Bohrloches bis zu Entfernungen von mehreren hundert Schritten überall auf Sauerwasser mit reicher Kohlensäure-Entwicklung kommt, deren Temperatur in Tiefen von ungefähr 30 Fufs bis auf 18° R. steigt. Der Detritus, welcher den Thonschiefer bedeckt, so wie die Klüfte in demselben sind mit Tropfstein ähnlichen Bildungen von Brauneisenstein bis zu bedeutender Dicke überzogen und cementirt. Hier und da findet sich auch Eisenkies auf diesen Gesteinen. Man hat hier Gelegenheit zu sehen, wie kohlensaure Gewässer auf ihrem unterirdischen Laufe an einer Stelle Substanzen auflösen an einer anderen wieder absetzen.

Die Löslichkeit des Eisenoxydulcarbonat in kohlensaurem Wasser ist experimentell schwer zu bestimmen, weil beim Durchleiten der Kohlensäure der Zutritt der atmosphärischen Luft nicht ganz zu beseitigen ist, also die höhere Oxydation des Eisens während des Versuchs nicht leicht vermieden werden kann. Auf indirectem Wege läfst sie sich jedoch approximativ ermitteln aus dem Gehalte an kohlen-

steinerungsmittel von Calamiten vor. Mein Sohn Dr. Carl Bischof und ich haben folgende Sphärosiderite aus dem Steinkohlen-Gebirge von *Saarbrücken* analysirt:

		I.	II.	III.	IV.
a	Kohlensaures Eisenoxydul	4,05	—	30,28	—
	Kohlensaurer Kalk	0,34	—	0,35	—
	Kohlensaure Magnesia	2,19	—	1,93	—
	Eisenoxyd	13,99	—	—	—
	Manganoxyd	0,66	—	—	—
b	Kieselsäure	51,80	65,76	42,49	76,37
	Thonerde	14,71	18,67	6,80	12,22
	Eisenoxyd	2,89	3,67	1,83	3,29
	Magnesia	0,29	0,37	—	0,23
	Wasser	4,88	6,20	3,26	5,86
	Verlust und Alkalien	4,20	5,33	—	2,03
		100,00	100,00	—	100,00

a. in Salzsäure lösliche Bestandtheile;
b. in Salzsäure unlösliche Bestandtheile.

I. Zusammengedrückter Calamites Suckowii. Die Narben wurden abgeschlagen, und die innere graue Masse analysirt. In der Chalcedonschale kratzt er sehr wenig, und ist leicht zu zerreiben.

II. Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

III. Nicht zusammengedrückter Calamites Suckowii. Durch die röthlichbraune Masse ziehen sich schwarze Adern. In der Chalcedonschale kratzt er sehr stark und ist schwer zu zerreiben.

IV. Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

saurem Eisenoxydul einer der eisenreichsten Sauerquellen. No. 13 (I. Aufl. Bd. I. S. 358), im Thale von *Glees* gelegen, enthält nach meiner Analyse 1 Theil kohlensaures Eisenoxydul in 3450 Th. Wasser. Diese Zahl ist jedoch ein Maximum für die Löslichkeit des genannten Carbonats, wenn man bedenkt, dafs ein Theil des Eisenoxydul an die im Quellwasser enthaltene Kieselsäure gebunden sein kann. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs kohlensaures Eisenoxydul bei Gegenwart von andern Carbonaten leichter löslich wird als in reinem Wasser, indem im ersteren Falle leichter lösliche Doppelverbindungen vorhanden sein können.

		V.	VI.
a	Kohlensaures Eisenoxydul . .	45,86	—
	Kolensaurer Kalk	15,29	—
	Kohlensaure Magnesia	5,86	—
	Kohlensaures Manganoxydul . .	3,26	—
	Kieselsäure	20,75	70,51
b	Thonerde	5,49	18,65
	Eisenoxyd	0,83	2,82
	Magnesia	0,29	0,99
	Wasser und Alkalien	2,07	7,03
		99,70	100,00

V. Eisenerz mit Pflanzen-Abdrücken aus der Grube *Friedrichsthal* unweit *Saarbrücken*.

VI. Nach Abzug der in Salzsäure löslichen Bestandtheile.

Bei der directen Bestimmung des Wassers in I und III war in der Glasröhre weder ein von zersetzter organischer Materie herrührender Sublimat, noch ein brenzlicher Geruch wahrzunehmen; auch die Kieselsäure war vollkommen weifs. In beiden Calamiten war daher nichts Vegetabilisches enthalten; es war durch die Ausfüllungsmasse gänzlich verdrängt worden.

Die Vergleichung von II, IV und VI mit den Schieferthonen aus dem Steinkohlengebirge von *Saarbrücken* (Bd. I. S. 767) zeigt, dafs die in Säuren unlöslichen Theile der Ausfüllungsmassen der Calamiten dieselbe Zusammensetzung haben; denn die Abweichungen zwischen jenen und diesen sind nicht gröfser als zwischen jenen und diesen unter sich.

Der Reichthum der Steinkohlenformation an Eisenerzen ist bekannt; dies zeigen auch die folgenden Analysen:

	VII.	VIII.	IX.	X.
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	60,15	47,24	77,72	69,99
Kohlensaures Manganoxydul . .	—	—	0,21	0,78
Kohlensaurer Kalk	1,53	—	1,02	—
Kohlensaure Magnesia	2,40	4,40	2,51	3,67
Schwefelsaurer Kalk	0,29	—	0,05	—
Kieselsäure	1,03	—	—	1,92
Thonerde	6,64	—	0,77	0,52
Eisenoxyd	0,94	7,46	1,30	7,77
Kalkerde	—	—	—	0,14
Magnesia	—	—	—	0,13
Kieseliger Rückstand	—	0,81	0,93	—
Kohle	21,27	35,34	14,61	11,76
Wasser	4,96	4,14	0,92	3,01
	99,21	99,39	100,04	99,69

VII. Schwarzer Schiefer aus einem Steinkohlenlager bei *Bochum*, nach L. Ch. Hefs[1]).

VIII. und IX. Kohleneisenstein von der Zeche *Schrötter* bei *Bochum*.

X. Kohleneisenstein von der Grube *Schürbank* und *Charlottenburg* bei *Bochum*.

	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Kohlensaures Eisenoxydul . . .	35,30	69,12	27,04	—
Kohlensaurer Kalk	0,41	2,86	7,28	—
Kohlensaure Magnesia	1,57	3,11	2,06	—
Schwefelsaurer Kalk	0,64	—	—	—
Kieselsäure	20,23	—	31,07	60,66
Thonerde	8,67	—	17,48	34,13
Eisenoxyd	7,09	8,26	—	—
Kalkerde	0,48	—	0,99	1,93
Magnesia	0,34	—	0,29	0,57
Kali	—	—	1,39	2,71
Kieseliger Rückstand	—	3,20	—	—
Kohle	20,07	7,40 }	11,22	—
Wasser	5,09	6,20 }		—
	99,89	100,15	98,82	100,00

XI. Kohleneisenstein von der Grube *Schürbank* und *Charlottenburg* bei *Bochum*.

XII. Kohleneisenstein von der Steinkohlenzeche *Freie*

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXVI. S. 113. Die Correction von Schnabel (ebend. Bd. LXXX. S. 442) ist zu berücksichtigen.

Vogel und *Unverhofft* bei *Hörde*, nach Schnabel[1]), dem wir auch die vorhergehenden sorgfältigen Analysen verdanken.

XIII. Ein mit Muschelabdrücken stark durchzogener Thoneisenstein (Sphärosiderit), welcher in der Steinkohlenformation von *Newcastle* eine 6 Zoll mächtige Schicht bildet. Diese Schicht kommt auch mit der ähnlich abgelagerten in den Steinkohlenformationen von *Derbyshire*, *Yorkshire* und in *Schottland* überein, nach H. Taylor[2]).

XIV. Dasselbe Gestein, nach Abzug der Carbonate, der organischen Substanzen und des Wassers. Die Vergleichung dieser Zusammensetzung mit der des feuerfesten Thons I (Bd. I. S. 759) zeigt eine so nahe Uebereinstimmung, dafs auch dieser als ein Gemeng aus Carbonaten und Thon erscheint.

Bergmeister Herold in *Bochum* hatte die Güte, mir briefliche Nachrichten über das Vorkommen der genannten Eisensteine aus der Steinkohlenformation bei *Bochum* mitzutheilen und aus der Zeche *Schrötter* mehrere, dieses Vorkommen erläuternde Stufen beizufügen. Das unmittelbar Hangende dieses Eisensteinflötzes (a) ist ein 10 Zoll mächtiger Schieferthon, und darauf folgt Kohlensandstein. Das Flötz selbst besteht vom Hangenden zum Liegenden aus:

(b) kohlenstoffreichem, knorpeligem Eisenstein	12 Z.	mächtig
(c) reicherem Eisenstein	12 Z.	„
(d) noch reicherem Eisenstein	10 Z.	„
	34 Z.	

Das Liegende ist gleichfalls Schieferthon (e)[3]). Das Eisensteinflötz ist eben so regelmäfsig, als die Steinkohlenflötze und diesen völlig parallel gelagert.

Der Schieferthon (a) ist schwarzgrau, sehr dicht und

[1]) A. a. O. und Verhandlungen des naturhist. Vereins für Rheinland und Westphalen. Jahrg. VII. S. 209 ff.

[2]) A. a. O. Berechnet aus dessen Analysen.

[3]) Schieferthon ist, so weit Herold sich erinnert, stets das Hangende und Liegende der dortigen Kohleneisensteinflötze. Sollte sich in der Folge eine Ausnahme herausstellen: so ist doch dieses Vorkommen als Regel anzunehmen. Ebenso finden sich in *Westphalen* nur verhältnifsmäfsig wenige Steinkohlenflötze, deren unmittelbar Hangendes Sandstein ist.

fest. Beim Zerreiben in der Chalcedonschale waren keine Quarzkörner zu bemerken. Das Pulver brauste in der Kälte nicht mit Säuren, in der Wärme aber anhaltend. Die Auflösung enthielt viel Eisenoxydul, sehr wenig Kalk und etwas mehr Magnesia.

Der Eisenstein (b) ist schwarz, auf den Absonderungsflächen stark glänzend, und durchzogen von irregulären eben so glänzenden Streifen von der Dicke starken Papiers. Er braust ebenfalls nicht mit Salzsäure in der Kälte, aber beim Erwärmen entwickelte sich lange anhaltend Kohlensäure. Es hatte sich sehr viel Eisenoxydul und etwas Eisenoxyd aufgelöst; Kalk war in etwas gröfserer Menge vorhanden als in (a), von Magnesia nur eine Spur.

Die Kohleneisensteine (c) und (d) sind die oben angeführten VIII und IX.

Der Schieferthon (e) ist sehr feinkörnig, bläulichgrau, von etwas hellerem Strich und von fettem Anfühlen. Auf Schieferungsflächen zeigt sich ein dünner ocherfarbener Ueberzug. Beim Zerreiben in der Chalcedonschale waren keine Quarzkörner wahrzunehmen. Mit Salzsäure brauste er weder in der Kälte noch in der Wärme; sie zog aber etwas Eisenoxyd mit einer Spur Eisenoxydul, eine Spur Kalk und etwas mehr Magnesia aus.

Wir halten die Ansicht für die wahrscheinlichste, dafs die genannten Eisensteine aus einem an Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat sehr reichen und mit vegetabilischem Detritus gemengten Absatz entstanden sind. Nach dem Absatze des normalen Schieferthon (e), der übrigens, wie gewöhnlich, schon kohlige Theile enthält, änderte sich die Beschaffenheit der schwebenden Theile sehr wesentlich: es setzten sich unorganische Theile ab, welche nur noch äufserst wenig Schieferthon-Theile, dagegen überwiegend Eisenoxyd enthielten. Mit diesen fiel gleichzeitig vegetabilischer Detritus nieder, und daraus bildete sich das Lager (d). Hierauf nahmen die unorganischen Theile ab und die vegetabilischen zu, wodurch das Lager (c) entstand, und nachdem jene noch mehr abgenommen und diese noch mehr zugenommen hatten, setzte sich das Lager (b) ab. Damit war aber noch nicht der Absatz des mit Eisenoxyd gemengten vegetabilischen Detritus geschlossen; denn der

Schieferthon im Hangenden enthält gleichfalls noch kohlensaures Eisenoxydul, und dies ist auch wohl der Grund, warum er so wenig schiefrig ist. Da unzählige Beispiele von häufigem Wechsel der Kohlenflötze mit Schieferthonlagern im Steinkohlengebirge vorliegen, welches auf einen ebenso häufig stattgefundenen Wechsel der im Meere suspendirt gewesenen Theile von vegetabilischem und erdigem Detritus schliefsen läfst: so ist gegen jene Annahme nichts zu erinnern. Jedoch das erscheint auffallend, dafs der erdige Detritus im obigen Falle eine, durch seinen ungewöhnlich grofsen Eisengehalt von der gewöhnlichen Zusammensetzung der Gebirgsgesteine so ganz abweichende Mischung gehabt haben mufste. Man möchte vermuthen, dafs mächtige Eisensteinlager an der Meeresküste durch die Wellen zerstört wurden, und dafs neben diesem Eisenerz-Detritus fast nur vegetabilischer Detritus im Meerwasser geschwebt hatte.

Diese schon in der I. Aufl. gegebene Erklärung nimmt v. d. Marck[1]) auch für die im Liegenden des Steinkohlengebirges zwischen Plattenkalk, Kiesel- und Alaunschiefer abgelagerten, an Eisenoxydulcarbonat so reichen Schichten an, da die im Steinkohlengebirge selbst angenommenen Bedingungen auch hier vorhanden sind. Ebenso dürfte diese Theorie für die Bildung des Sphärosiderit, des Lias und des Molassengebirges Anwendung finden, deren Zusammensetzung mit der der Kohleneisensteine nahe übereinstimmt, und welche ebenso von bituminösen Schiefern oder jüngern Kohlen begleitet werden. Auch für die jüngere devonische sandsteinartige Grauwacke möchte diese Erklärungsweise passen. Sind allerdings grofse Mengen vegetabilischer Stoffe selten darin: so finden sich doch fast in jedem Steinbruche Abdrücke von Fucus- oder Chondritos-Arten, und geringe Mengen kohliger Substanzen sind überall verbreitet.

Wurde das kohlensaure Eisenoxydul durch Reduction vorhanden gewesenen Eisenoxyds mittelst Kohle gebildet: so waren für die 77,72% in IX 2,04% Kohlenstoff erforderlich, welche 7,48% Kohlensäure, mithin $\frac{1}{4}$ von der

[1]) Verh. des nat. Vereins d. preufs. Rheinl. Jahrg. XII. S. 289.

in jenem kohlensauren Eisenoxydul vorhandenen, gaben (Bd. I. S. 567 ff.); 6,12 Kohlenstoff mufsten daher durch directe Oxydation in Kohlensäure umgewandelt werden[1]). Diese Oxydation, d. h. Kohlensäure-Entwicklung, ist aber, wie die in der I. Aufl. Bd. II S. 1779 ff. entwickelten Formeln zeigen, ein nothwendiger Act bei der Umwandlung der Holzfaser in kohlige Substanzen. Die auf diese Weise gebildete Kohlensäure mufs daher 3mal so viel betragen als die durch Reduction des Eisenoxyd auf Kosten der Kohle entstandene. Aber auch diese Menge reicht noch nicht hin, da das kohlensaure Eisenoxydul als Bircarbonat fortgeführt wird. Beim Absatze desselben als Sphärosiderit wird jedoch die Hälfte der ganzen Kohlensäure wieder frei.

Unter diesen Umständen würde keine merkliche Veränderung in der Mächtigkeit des ursprünglichen Kohlenflötzes eingetreten sein. Diese Umwandlung konnte unmittelbar nach dem Absatze des mit Eisenoxyd gemengten vegetabilischen Detritus stattgefunden haben. Steinkohlen-Bildung und in Folge davon Kohlensäure-Entwicklung, so wie Reduction und Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul würden dann coordinirte Processe gewesen sein. Die Reduction konnte aber eben so gut später eingetreten sein, wie es bei der Bildung der Carbonate in den Klüften der Steinkohlen unzweifelhaft der Fall war. Für die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul durch Reduction spricht das in den genannten Kohleneisensteinen noch vorhandene bis auf 8,26% steigende Eisenoxyd. Dafs dieses durch spätere Oxydation des kohlensauren Eisenoxydul entstanden sei, hat nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit; denn da die genannten Eisensteine, selbst wenn sie mehrere Jahre an der Luft liegen, ihre schwarze Farbe[2]) nicht verändern, mithin ihr Oxydul nicht in Oxydhydrat umgewandelt wird: so konnte

[1]) Der in manchen dieser Kohleneisensteine in Krystallen oder in dünnen Schichten vorhandene Eisenkies kann nur ein Product der Reduction des schwefelsauren Kalk durch die Kohle sein.

[2]) Es ist interessant zu sehen, wie die Kohle das kohlensaure Eisenoxydul, selbst, wenn dieses der Luft ausgesetzt ist, gegen Oxydation schützt.

diese Oxydation noch viel weniger eingetreten sein, als sie, zwischen Kohlensandstein und Schieferthon eingeschlossen, gegen den Zutritt der Luft geschützt waren.

Der bedeutende Gehalt an Eisenoxyd in den Aschen der Steinkohlen I, III und IV (Bd. I. S. 758) zeigt endlich, dafs so grofse Quantitäten von kohlensaurem Eisenoxydul, als die vorstehenden Kohleneisensteine enthalten, durch Reduction des Eisenoxyd in solchen Steinkohlen entstehen können. Beispielsweise haben wir die Zusammensetzung der Asche I und III berechnet, wenn sich das Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul umwandelte; I gibt die Zusammensetzung A, III gibt B. Subtrahirt man von VIII, IX, X und XI die Kohle und das Wasser: so erhält man die Zusammensetzung von C, D, E und F.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Kohlensaures Eisenoxydul	80,62	63,59	91,96	78,85	82,42	79,86
Kohlens. Manganoxydul	—	—	0,25	—	0,92	—
Kohlens. Kalk	—	—	1,21	—	—	3,31
Kohlens. Magnesia . .	—	—	2,97	7,34	4,32	3,59
Schwefels. Kalk . . .	1,61	0,42	0,06	—	—	—
Kieselsäure	11,55	25,03	—	—	2,26	—
Thonerde	3,94	6,64	0,91	—	0,61	—
Eisenoxyd	—	—	1,54	12,45	9,15	9,54
Kalkerde	1,69	2,75	—	—	0,17	—
Magnesia	0,19	1,28	—	—	0,15	—
Kali	0,40	0,06	—	—	—	—
Natron	—	0,23	—	—	—	—
Kieseliger Rückstand .	—	—	1,10	1,36	—	3,70
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Steinkohlen, welche erdige Bestandtheile wie die von Kremers analysirten enthalten, können daher durch Reduction des Eisenoxyd Kohleneisensteine geben, welche in Beziehung auf ihren Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul den von Schnabel analysirten sehr nahe kommen. Da bis jetzt überhaupt nur wenige Steinkohlen-Aschen analysirt wurden: so ist schwerlich anzunehmen, dafs gerade die eisenreichsten ausgewählt worden sein sollten. Der Eisengehalt darf daher in anderen Steinkohlen-Aschen nur sehr wenig steigen, um das Maximum an kohlensaurem Eisenoxydul in obigen Kohleneisenstei-

nen zu erreichen oder es noch zu übertreffen[1]). Was die übrigen in denselben nur in geringen Mengen vorkommenden Basen betrifft: so finden sie sich in den Steinkohlen-Aschen zum Theil gleichfalls nur in geringen Mengen. Solche bedeutende Quantitäten Kieselsäure wie in diesen Aschen, treffen wir freilich nicht in den Kohleneisensteinen an; indefs steigt doch im Kohleneisenstein XI ihre Menge bis auf 27 %, wenn man die Kohle und das Wasser subtrahirt.

In D, E und F ist der Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul sehr nahe derselbe; auch die anderen Carbonate und Basen finden sich ziemlich nahe in gleichen Verhältnissen. Das Material, aus dem diese Kohleneisensteine hervorgegangen sind, war daher gewifs ziemlich von gleicher Beschaffenheit, besonders wenn man berücksichtigt, dafs die Differenzen, welche sich in den Umwandlungsproducten zeigen, hauptsächlich Folgen der durch äufsere Einflüsse modificirten Umwandlungsprocesse sind. Die bedeutenden Schwankungen im Kohlengehalte der untersuchten Kohleneisensteine zeigen jedoch, dafs die unorganischen Substanzen von nahe gleichem qualitativen und quantitativen Gehalte mit sehr ungleichen Kohlenmengen verbunden waren. Vorherrschend waren jene: denn sonst hätten sich nicht so reiche Eisensteine bilden können. Die Untersuchung der Aschenbestandtheile in dem Kohlenflötze, welches muthmafslich an die Stelle der Eisensteine trat, würde vielleicht Licht auf deren Bildung werfen; denn sollten sie das Eisenoxyd in so vorherrschender Menge enthalten, wie die Eisensteine das kohlensaure Eisenoxydul: so würde die Vermuthung ihre Bestätigung erhalten, dafs dort ursprünglich das in der Steinkohlenformation gar nicht seltene Verhalten stattgefunden habe, dafs nämlich in demselben Kohlenflötze die reinen Kohlen durch Aufnahme von immer zunehmenden unorganischen

[1]) Eine Steinkohlen-Asche wie die von IV (Bd. I. S. 758) würde, wenn bei der Reduction der bedeutende Gehalt an 19,22 % Kalk durch die Gewässer fortgeführt würde, 82 % kohlensaures Eisenoxydul geben. Noch mehr würde diese Menge steigen, wenn der kohlensaure Kalk später durch kohlensaures Eisenoxydul, welches Gewässer zuführten, verdrängt werden sollte.

Substanzen nach und nach in unbrauchbare übergehen. Unter dieser Voraussetzung würden an den Stellen, wo wir in demselben Flötze reiche Eisensteine finden, ehemals arme, d. h. mit grofsen Mengen unorganischer Substanzen erfüllte Steinkohlen vorhanden gewesen sein, während an anderen Stellen, wo reiche Steinkohlen mit so geringem Gehalte an unorganischen Bestandtheilen wie in I, II a und II b (Bd. I. S. 758) vorkommen, die Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul zwar auch von Statten gegangen sein konnte, sie aber durch die chemische Analyse kaum nachzuweisen sein würde.

Nach allem diesen ist die Wahrscheinlichkeit der Bildung des kohlensauren Eisenoxydul in den Kohleneisensteinen durch Reduction viel gröfser, als die seiner Einführung durch Gewässer.

Da sich nach Taylor's Analysen (Bd. I. S. 758 ff.) die Zusammensetzung der Steinkohlen-Aschen der des Thons und Schieferthons, welche mit den Steinkohlen-Flötzen wechseln, nähert: so ist zu vermuthen, dafs auch die Lager, welche mit den Steinkohlen wechseln, deren Aschen, nach Kremers Analysen (Bd. I. S. 757 u. 758) so sehr reich an Eisenoxyd sind, viel davon enthalten werden. Sind diese Lager so reich an organischen Ueberresten, wie z. B. der bituminöse Schieferthon IV (Bd. I. S. 759): so waren auch in ihnen die Bedingungen zur Umwandlung des Eisenoxyd in kohlensaures Eisenoxydul gegeben; daher das manchmal so bedeutende Vorkommen des letzteren im Schieferthon. Da dieses Eisenerz vorzüglich in denjenigen Schieferthonlagern, welche das unmittelbar Hangende der Kohlenflötze bilden[1]), gefunden wird: so zeigt dies, dafs nach dem Absatze der letzteren noch viel vegetabilischer Detritus mit den unorganischen Theilen, welche das Material für den Schieferthon lieferten, abgesetzt und mithin ein bituminöses Gestein gebildet wurde.

Wurden die Calamiten mit Sedimenten erfüllt, welche so reich an Eisenoxyd waren wie die mehrmals angeführten Steinkohlen-Aschen: so wurden die mit ihnen verknüpften Sphärosiderite gleichfalls durch Reduction

[1]) Naumann's Geognosie. Bd. II. S. 480.

gebildet. Da die Sphärosiderit-Nieren manchmal auch Fisch- und Pflanzenabdrücke umschliefsen, und überhaupt nicht selten Ueberreste von Pflanzen, Fischen, Sauriern und Koprolithen vorkommen: so haben diese organischen Ueberreste, von denen auch der in der Mitte der Nieren bisweilen in reichlicher Menge enthaltene phosphorsaure Kalk herrührt[1]), die Bildung des kohlensauren Eisenoxydul veranlafst.

Was von der Bildung des kohlensauren Eisenoxydul in der Steinkohlenformation gilt, das hat auch Bezug auf die in der Braunkohlenformation in so bedeutenden Lagern vorkommenden thonigen Sphärosiderite. Ein Thonlager in dieser Formation, welches so reich an Eisenoxyd wäre, wie die Asche der Braunkohle V (Bd. I. S. 758), würde 48 % kohlensaures Eisenoxydul, und mit den übrigen Bestandtheilen der Asche thonigen Sphärosiderit geben.

Mächtige Massen des untern Quaders in *Mähren* sind nach Aug. Reufs[2]) nicht selten ganz von Eisenoxydhydrat, seltener von rothem Eisenoxyd durchdrungen. Oft sind aber die Eisenoxyde auch in gröfserer Menge in reinerem Zustande angehäuft. Dies findet besonders da statt, wo auch die kohligen Substanzen in reicherem Maafse vorhanden sind. Daher finden sich die Eisenerze dort so oft in unmittelbarer Nähe der kohligen schwarzen Schieferthone und in Begleitung von Kohlenflötzen. Im oberen Schieferthon finden sich nicht selten concentrischschalige Nieren, welche aufsen aus Brauneisenstein, im Innern aber aus dichtem, thonigen Sphärosiderit mit Glimmerschüppchen bestehen. Mit dem Schieferthon wechseln auch oft löcherige, an Glimmerblättchen sehr reiche Thoneisensteine in dünnen oft unterbrochenen Lagen. Nach Glocker wechseln mit dem Schieferthon und dem dichten Sphärosiderit auch 1—3 Zoll mächtige Schichten, die aus eckigen, fest miteinander verbundenen Sphärosiderit-Körnern von 2 bis 3½ Zoll Durchmesser bestehen.

Wir finden hier wie in den oben erwähnten Steinkohlengebirgen eine Verknüpfung der Eisenerze mit den

[1]) Naumann's Geognosie. Bd. II. S. 481.

[2]) Dritter Jahresbericht über den Werner-Verein. S. 76.

Schieferthonen und gleichfalls Sphärosiderit-Bildung. Das hauptsächliche Eisenerz im untern Quader in *Mähren*, welches sich in vielen Schichten anhäuft, ist aber Brauneisenstein. Wir kennen keine andere Translocation der Eisenoxyde als mit Hülfe von Kohlensäure. Finden wir nun Eisenerzlager oder Nester, welche nachweisbar Auslauge-Producte aus dem Gebirgsgesteine sind: so können sie nur auf diesem Wege translocirt worden sein. Eisenoxyd kann als solches nicht fortgeführt werden, sondern es mufs stets eine Reduction durch kohlige Substanzen vorhergehen. Ist aber das abgesetzte Eisenerz nicht Sphärosiderit oder Eisenspath, sondern Brauneisenstein: so mufs das abgesetzte kohlensaure Eisenoxydul durch Oxydation zu Eisenoxydhydrat geworden sein. Die Bedingung zu dieser Oxydation, atmosphärische Luft, mufs daher da, wo diese Absätze erfolgt sind, vorhanden gewesen sein. Dafs übrigens jene Desoxydation und diese Oxydation keineswegs als gleichzeitige Processe zu denken sind, sondern dafs die Bildung des Sphärosiderit und des Eisenspath längst geschlossen war, ehe ihre Umwandlung in Eisenoxydhydrat von Statten ging, ist eine auf Theorie und Erfahrung sich stützende Anschauungsweise. Liegen die Orte, aus welchen die Eisenverbindungen fortgeführt werden, so nahe denen, wo sie wieder abgesetzt werden, wie dies in den in Rede stehenden Localitäten der Fall ist: so können nicht zwei so ganz entgegengesetzte Processe, wie Desoxydation und Oxydation, so nahe neben einander statt gefunden haben. Die Reduction des Eisenoxyd und die Umwandlung der Holzfaser in Kohle waren coordinirte Processe, und mit diesem war auch jener zur Reife gediehen. Konnten die Gewässer aus den organischen Resten nichts mehr extrahiren: so konnten sie auch den Eisenoxyden keine Reductionsmittel mehr zuführen.

Das Kohlenwasserstoff- und Kohlensäuregas, welche sich jetzt noch im Steinkohlengebirge entwickeln, zeigen zwar, dafs die Steinkohlenbildung noch nicht ihr völliges Ende erreicht hat; aber das was sich von diesen Gasen jetzt noch entwickelt, ist gewifs nur ein kleiner Bruchtheil von dem, was in früheren Zeiten, als der Zersezzungsprocefs der organischen Stoffe noch im vollen Gange

war, entwickelt wurde. Dafür spricht auch, dafs die Kohlenwasserstoff-Exhalationen aus den jüngeren Steinkohlenformationen viel bedeutender sind als aus der ältesten (Bd. I. S. 783 u. 740). Waren aber die eisenreichen Schieferthone durch und durch und ununterbrochen fort getränkt mit Kohlenwasserstoff- und Kohlensäuregas: so waren die günstigsten Bedingungen für die Reduction der Eisenoxyde durch ersteres und die Verbindung des zum Oxydul reducirten Eisenoxyd mit letzterem gegeben. Verminderten sich bei fortschreitendem Zersetzungsprocesse diese Gase, drangen die Gewässer mit ihrem atmosphärischen Sauerstoff zu den gebildeten Eisenoxydul-Carbonaten [1]): so konnte der Oxydation keine Reduction mehr entgegenwirken, und diese Carbonate wurden in Eisenoxydhydrate umgewandelt. Die Entwicklung des Kohlenwasserstoffgases aus bituminösen Lagern von Thoneisenstein zeigt übrigens, dafs auch jetzt noch in manchen Fällen die Reductionsprocesse fortschreiten.

Die so häufige Umwandlung des Eisenspath in den oberen Teufen der Gänge in Brauneisenstein liefert endlich den empirischen Beweis, dafs die Bildung des ersteren längst geschlossen war, ehe seine Umwandlung in Eisenoxydhydrat von Statten ging. Während seiner Bildung mufste der atmosphärische Sauerstoff ausgeschlossen oder wenigstens durch Reductionsmittel paralysirt gewesen

[1]) Reufs führt eine Localität an (S. 71 a. a. O.), wo unter einer $5\frac{1}{2}$ Fufs mächtigen Kohlenschicht eine nur wenige Zoll dicke Schicht sehr festen thonigen Sphärosiderits liegt, und unter dieser lockerer Sand, aus welchem sich eine ungemeine Menge Wassers ergofs. Kaum kann man sich denken, dafs dieser Sand als solcher schon während des Absatzes des Sphärosiderit existirt habe; denn da das Wasser ganz klar und frisch war: so kann es nicht stagnirendes gewesen sein. Circulirte es aber, so würde der durch dasselbe immerfort herbeigeführte atmosphärische Sauerstoff die Bildung von kohlensaurem Eisenoxydul verhindert haben. Die oxydirende Wirkung auf den Sphärosiderit zeigt wenigstens dessen gelbgraue Farbe. Wahrscheinlich war dieser Sand zur Zeit des Absatzes desselben ein fester Sandstein, welcher nur einen beschränkten Zutritt des Wassers gestattete. Wurde aber das Bindemittel durch dasselbe allmälig fortgeführt: so zerfiel der Sandstein und gestattete nun den vollen Zutritt des Wassers.

sein, bei seiner noch jetzt fortschreitenden Umwandlung traten die umgekehrten Verhältnisse ein. Dafs auch in dem oben S. 150 erwähnten Schieferthon im unteren Quader der Reductions- und Oxydationsprocesse in weit von einander abstehende Zeiträume fallen, zeigt die von aufsen nach innen fortschreitende Umwandlung des Sphärosiderit in Brauneisenstein. Mit grofser Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, dafs der hauptsächlich dort vorkommende Brauneisenstein nichts anders als ein dieser Umwandlung schon völlig erlegener Sphärosiderit ist.

Das Kohlenwasserstoffgas haben wir als ein kräftiges Reductionsmittel kennen gelernt (S. 151). Man begreift daher, wie Eisenoxyd von demselben zu Oxydul reducirt und wie dieses von der dadurch entstehenden und von der das Kohlenwasserstoffgas begleitenden Kohlensäure ergriffen und Eisenspath oder Sphärosiderit gebildet wird. Diese Carbonate widerstehen der Zersetzung durch Oxydation so lange, als die Bildung des Kohlenwasserstoffgases auf Kosten der organischen Ueberreste von Statten geht, und auch dann noch, wenn diese Bildung aufhört, sofern die Eisenoxydulcarbonate mit Sedimenten aus dem Meere bedeckt, und dadurch gegen die oxydirende Wirkung des vom Meerwasser absorbirten Sauerstoff geschützt werden.

Diese Verhältnisse gewähren eine genügende Erklärung der Bildung der Eisenoxydulcarbonate in der Steinkohlen- und Braunkohlenformation, wenn diese Carbonate nicht mit kohligen Substanzen gemengt, im Schieferthon, der auf den Kohlenflötzen liegt, gefunden werden. Das Eisenoxyd im Schieferthon, mag es als Hydrat oder als Silicat gegenwärtig sein, wird dann durch das Kohlenwasserstoffgas, welches bei der Steinkohlenbildung entwickelt und vom Meerwasser absorbirt wird, zu Eisenoxydulcarbonat reducirt. Die Eisenoxydverbindungen sind dann vom Reductionsmittel ebenso durchdrungen als sie es sind, wenn sie, wie das Blackband in der Steinkohlenformation, mit organischen Ueberresten gemengt sind. In der Kohle, womit dieses Eisenerz gemengt vorkommt, finden sich noch die Ueberreste des Reductionsmittels, wodurch Eisenoxydulcarbonat gebildet wurde. Aber auch bei dieser Reduction mag das durch Zersetzung dieser

Ueberreste gebildete Kohlenwasserstoffgas mitgewirkt haben. Neuere Analysen von Blackband aus der Umgegend von *Bochum* in *Westphalen* (I. Aufl. Bd. II. S. 1833 u. 1834) weisen übrigens noch in einigen dieser Eisenerze 7 bis 8 % Eisenoxyd neben 47 bis 70 % Eisenoxydulcarbonat nach. Hier war daher ungeachtet eines Kohlengehaltes von 7 bis 35 % die Reduction noch nicht vollständig von Statten gegangen.

Dafs das vom Meerwasser absorbirte Kohlenwasserstoffgas auch als Reductionsmittel auf schwefelsaure Salze wirken wird, ist nicht zu zweifeln. In einem solchen Meerwasser sind das Reductionsmittel und der schwefelsaure Kalk in innigster Berührung; kommen noch dazu eisenhaltige Substanzen: so sind alle Bedingungen zur Bildung von Eisenkies gegeben. Dieses im Schieferthon so häufig vorkommende Schwefeleisen mag auf diese Weise entstanden sein.

Aus den submarinen Kohlenwasserstoff-Exhalationen erklärt sich demnach das Vorkommen von Reductionsproducten (Eisenspath, Sphärosiderit und Eisenkies) in Lagern, in denen keine organischen Ueberreste enthalten, wohl aber in tiefer liegenden Schichten solche vorhanden und in Zersetzung begriffen sind, auf eine genügende Weise. Steinkohlenlager unter Schieferthonlagern können daher auf Substanzen in letzteren mittelbar reducirend bis zu bedeutenden Entfernungen wirken, sofern nur das mit Kohlenwasserstoffgas imprägnirte Meerwasser bis zu diesen Substanzen dringt. Enthält der Schieferthon organische Ueberreste: so theilen sich die reducirenden Wirkungen zwischen diesen und dem Kohlenwasserstoff.

Dafs solche Reductionsprocesse selbst noch nach der Erhebung solcher sedimentärer Formationen über das Meer von Statten gehen werden, zeigen die Kohlenwasserstoffgas-Exhalationen aus diesen Formationen. Diese Reductionen werden begünstigt, wenn, wie im Bohrloche bei *Recklinghausen*, die Gewässer Zutritt haben. Das Eisenoxydulcarbonat in der Soole ist wahrscheinlich ein Reductionsproduct des Kohlenwasserstoff.

Kohlensaures Eisenoxydul in Formen anderer Mineralien. Es verdrängt Kalkspath, Bitterspath und Barytspath.

Blum [1]) beschreibt Pseudomorphosen von Eisenspath in Formen von Kalkspath in Drusenräumen des Anamesit, worin auch nicht selten Sphärosiderit angetroffen wird. Auch F. Sandberger [2]) führt solche Pseudomorphosen an. Im Anamesit zu *Steinheim* bei *Hanau* finden sich oft Aragonit und Kalkspath von Sphärosiderit strahlenförmig durchdrungen oder überzogen, oft ganz in denselben umgewandelt, der zuweilen den Anamesit ganz durchdringt [3]). Auch zu *Schneeberg* in *Sachsen* kommt der Sphärosiderit nach Sillem in Formen von Kalkspath vor [4]).

Haben Gewässer in einer Spalte oder in einem Drusenraum Kalkspath abgesetzt, und kommen in dieselben später andere Gewässer, welche kohlensaures Eisenoxydul enthalten: so wird jener fortgeführt und dieses abgeschieden. Diese Gewässer können gleichwohl neben dem kohlensauren Eisenoxydul kohlensauren Kalk enthalten, und doch wird der Austausch erfolgen; denn die halbgebundene Kohlensäure im Eisenoxydulbicarbonat ergreift den Kalkspath und löst ihn auf, während sich jenes als einfach kohlensaures Eisenoxydul abscheidet. Der Eisenspath hat das spec. Gewicht 3,75, der Kalkspath dagegen nur 2,69. Wird daher dieser durch jenen verdrängt, so nimmt, wenn die verdrängende Masse der verdrängten gleich ist, das Volumen ab: es entstehen leere Räume. Dies ist auch in Uebereinstimmung mit jenen Pseudomorphosen von Eisenspath nach Kalkspath, welche im Innern theils hohl, theils noch mehr oder weniger mit Kalkspath erfüllt sind.

Der Eisenspath umhüllt den Bitterspath. Die Rinde ist ein feinkörniges Aggregat von kohlensaurem Eisenoxydul. Die Oberfläche dieser Pseudomorphosen ist rauh und uneben, die Kanten sind ziemlich scharf und im Innern sind sie hohl [5]).

In der Grube Virtuous Lady bei *Tavestock* in *De-*

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 304. Zweiter Nachtrag. S. 121.

[2]) Uebersicht der geologischen Verhältnisse von *Nassau*. S. 102.

[3]) Theobald im Jahresbericht der Wetterauischen Gesellschaft. 1847–50. S. 17.

[4]) Blum zweiter Nachtrag. S. 121.

[5]) Blum a. a. O. S. 305.

vonshire kommt Eisenspath in Formen von Barytspath vor [1]). Auch Breithaupt [2]) führt solche Verdrängungspseudomorphosen an.

Die Verdrängung des kohlensauern Kalk durch kohlensaures Eisenoxydul scheint eine grofse geologische Bedeutung zu haben, indem manche Lager des letzteren auf diese Weise entstanden sein mögen.

Umwandlung des Eisenspath in Brauneisenstein. Diese durch den atmosphärischen Sauerstoff erfolgende Umwandlung findet sich fast überall wo dieser vorkommt. Es gibt Gänge und andere Eisenspathlagerstätten, die von ihrem Ausgehenden an manchmal bis zu grofser Tiefe zu Brauneisenstein geworden sind, während in noch gröfserer Teufe der reine Eisenspath vorhanden ist [3]). Solche Veränderungen erleidet selbst mancher frisch geförderter Eisenspath, wenn er einige Zeit dem Einflusse der Atmosphärilien ausgesetzt ist.

Die Umwandlung beginnt an der Oberfläche der Krystalle und der krystallinischen Massen. Die lichtgelbe Farbe des Eisenspath wird allmälig bräunlich, dunkler, zuweilen selbst schwarz. Die Durchscheinheit geht verloren, Glanz und Spaltbarkeit bleiben aber oft noch lange zurück. Der nach vollendeter Umwandlung entstandene

[1]) Blum zweiter Nachtrag. S. 121.

[2]) Paragenesis. S. 180.

[3]) Wie sehr das Eisenoxydul selbst durch eine dünne Decke gegen Oxydation geschützt wird, zeigte ein Eisenoxydulhydrat-Niederschlag, den ich länger als ein Jahr unter Wasser in einem offenen Glase aufbewahrt, und wovon sich nur eine dünne Schicht auf der Oberfläche in Eisenoxydhydrat umgewandelt hatte. Auf eine stets fortdauernde Bildung von Stalactiten aus Eisenoxydhydrat in einer Grube am *Cape Cornwall,* wo eine Strecke auf bedeutende Weite unterhalb des Meerbodens hingeführt wurde, machte v. Leonhard (dessen Jahrb. für Mineral. 1845. S. 14) aufmerksam. Als für einige Jahre diese Grube geschlossen worden war, fand man beim Wiedereröffnen viele neue Tropfsteine, deren manche 18 Zoll Länge und 1 Zoll Durchmesser hatten. Stalagmiten, die vom Boden aufwärts ragten, hatten noch gröfsere Dimensionen. Wenn, wie höchst wahrscheinlich, die Gewässer, welche diese Tropfsteine absetzten, das Eisen als Carbonat enthielten: so konnte sich natürlich unter solchen Verhältnissen kein Eisenspath bilden.

Brauneisenstein ist porös, weil der Verlust der Kohlensäure mehr als die Aufnahme von Sauerstoff und Wasser beträgt, so dafs Masse oder Volumen sich ungefähr um $^1/_5$ vermindern. In den Richtungen der vollkommnen Spaltungsflächen finden sich manchmal festere Lagen von Brauneisenstein. Hier haben die eingedrungenen Gewässer zuerst die Umwandlung bewirkt. In einem theilweise in Brauneisenstein umgewandelten Eisenspath fand Rosengarten[1]) 11,3 % Eisenoxyd, 43,83 Eisenoxydul und 7,31 Manganoxydul.

Die Umwandlung des Eisenspath in Brauneisenstein ist so allgemein, dafs es überflüssig ist, Fundorte anzuführen. Auch der Sphärosiderit ist einer Umwandlung in Brauneisenstein unterworfen. Nur einzelner coordinirter Erscheinungen wollen wir noch gedenken. Bei *Arzberg* im *Fichtelgebirge* finden sich die Pseudomorphosen mit Pyrolusit überzogen, welches wahrscheinlich vom Mangangehalte im Eisenspath herrührt. In diesem Gebirge, bei *Siebenhitze*, sind sie mit phosphorsaurem Kupferoxyd ganz bedeckt. Auf den Quecksilbererz-Lagerstätten bei *Moschel* sitzen in den hohlen oder porösen Pseudomorphosen sehr kleine Kupferlasurkrystalle, auch faserige Malachite, welche aus Kupferkies, der die Unterlage bildet, durch die ausgeschiedene Kohlensäure des Eisenspath entstanden zu sein scheinen[2]). In den Eisenerz-Lagerstätten zu *Hüllenberg* und *Lölling* in *Kärnthen*[3]) kommt in oberen Teufen Chalcedon vor, der die Pseudomorphosen zuweilen überzieht. Nie findet er sich aber zugleich mit unverändertem Eisenspath: zum Beweise, dafs ihn erst die Gewässer, welche die Umwandlung desselben bewirkten, abgesetzt haben. In den obern Teufen kommen auch Kugeln aus festem, weifsen Eisenspath vor, welche mit Glimmer und darüber mit Brauneisenstein umgeben sind. Der Brauneisenstein ist vielfältig zerklüftet und voll von Drusen, welche stets Wasser enthalten, das oft erst ausläuft, wenn

[1]) Rammelsberg Handwörterb. 3tes Suppl. S. 42.
[2]) Blum die Pseudomorphosen S. 200 ff. und Nachtrag S. 113.
[3]) v. Morlot in n. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1847. S. 606.

die gröſseren Erzstücke nach langem Liegen auf der Halde aufgeschlagen werden[1].

Sismonda[2]) glaubt, daſs bei der Umwandlung des kohlensauren Eisenoxydul von *Traversella* in Eisenoxydhydrat der beigemengte Eisenkies eine Hauptrolle gespielt habe. Seine Annahme ist aber gewiſs nicht richtig; die Zersetzung des Eisenkieses ist jedenfalls nur ein coordinirter Proceſs.

Der Ankerit zersetzt sich bisweilen in Brauneisenstein. Seine graulich- oder röthlichweiſse Farbe wird braun, die Oberfläche der Krystalle und der krystallinischen Massen porös, und zuletzt bleibt gleichsam nur ein Skelet von Eisenoxydhydrat zurück, während das Uebrige verschwindet[3]. Diese Pseudomorphose findet sich auf Eisenspathlagern in *Steyermark* und am *Rathhausberg* bei *Gastein*. Nach Sander[4]) enthält der Ankerit vom *Erzberg* in *Steyermark* 49,61 % und nach Fritzsche[5]) der Pistomesit von *Thurnberg* im *Salzburgischen* 33,92 % Eisenoxydul. Solche Ankerite lassen daher mehr als $1/3$ bis $1/2$ Eisenoxydhydrat zurück, nachdem die kohlensaure Magnesia und beim ersteren auch die kohlensaure Kalkerde fortgeführt worden ist.

Umwandlung des Eisenspath in Rotheisenstein. Diese Umwandlung wird bei weitem nicht so oft angetroffen, als die in Brauneisenstein. Besonders schön zeigt sie sich zu *Brésoir* im *Elsaſs*. Sie schreitet von auſsen nach innen fort. Die Pseudomorphosen von *Preſsnitz* in *Böhmen* sind im Innern entweder porös oder mit weichem Rotheisenocher erfüllt. Auch hier bildeten sich nach den Spaltungsflächen feste, sehr dünne Lagen,

[1]) Way (L'Institut No. 563) zeigt, wie man durch Behandlung eines schon theilweise in Brauneisenstein übergegangenen Eisenspath mit verdünnter Salzsäure das Eisenoxydhydrat ausziehen kann, so daſs das Carbonat in vollkommen weiſsen Krystallen zurückbleibt. Selbst wenn der Eisenspath kohlensauren Kalk enthält, so bleibt dieser mit jenem als ein Doppelcarbonat zurück.

[2]) Neues Jahrb. für Mineral. 1835. S. 194.

[3]) Haidinger in Poggendorff's Ann. Bd. XI. S. 190.

[4]) Rammelsberg Handwörterb. zweit. Suppl. S. 87.

[5]) Poggendorff's Ann. Bd. LXX. S. 147.

die sich also stets durchsetzen und hohle Räume einschliefsen. Auch die Pseudomorphosen von *Jedvonitz* in *Mähren* sind porös oder häufiger mit erdigem Rotheisenocher erfüllt, so dafs hier nur eine Rinde von dichtem Rotheisenstein die Form des Eisenspath erhalten hat [1]). Die poröse Beschaffenheit erklärt sich aus der Volumenverminderung bei der Umwandlung, welche fast die Hälfte beträgt.

Haidinger hält die unmittelbare Umwandlung des Eisenspath in Rotheisenstein in vielen Fällen für unzweifelhaft, in anderen läfst er es unbestimmt. Wir halten indefs diese unmittelbare Umwandlung für sehr unwahrscheinlich. Der angeführte Rotheisenocher im Innern ist ohne Zweifel der Rest von Eisenoxydhydrat, welches noch nicht in Eisenoxyd umgewandelt worden war; denn wir setzen voraus, dafs er, ungeachtet seiner rothen Farbe, doch noch Hydratwasser enthielt, wie dies auch bei dem aus einer siedend heifsen Auflösung eines Eisenoxydsalzes durch ein Alkali gefällten rothen Eisenoxydhydrat der Fall ist. Die Pseudomorphosen bei *Steben* sind im Innern mit Brauneisenocher bekleidet; hier ist also die Gegenwart von Eisenoxydhydrat ganz unzweifelhaft. Wäre dies aber ein Umwandlungsproduct aus Rotheisenstein: so würde doch wohl die Umwandlung aufsen und nicht innen begonnen haben. Die wirkliche Umwandlung des Eisenoxydhydrat in Eisenoxyd ist aber erwiesen durch die Pseudomorphosen von Rotheisenstein in Formen von Brauneisenstein.

Gewissen braunen Eisenocher, wie an den *Gulsen* bei *Kraubet*, ist Magneteisen beigemengt. Sie sind durch einzelne im Innern wahrnehmbare Punkte stark magnetisch. Dieses Magneteisen scheint sich durch eine theilweise Oxydation des kohlensauren Eisenoxydul gebildet zu haben. Dafür spricht, dafs nach H. Rose [2]) Eisenoxyd aus dem kohlensauren Eisenoxydul Kohlensäure auf nassem Wege austreiben kann. Bildet sich also durch theilweise Oxydation von kohlensaurem Eisenoxydul Eisenoxyd und ergreift dieses das Eisenoxydul: so kann die Entstehung des Magneteisens sehr wohl gedacht werden.

[1]) Blum die Pseudomorphosen S. 188 und Nachtrag. S. 110.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIII. S. 135.

Umwandlung des Eisenspath in Kakoxenit (wasserhaltiges phosphorsaures Eisenoxyd). Dieses Mineral findet sich zu *Antwerp* im Staate *New-York*[1]). Diese Umwandlung scheint durch eine vorhergegangene Zersetzung des Eisenspath in Eisenoxydhydrat vermittelt worden zu sein. Da indefs nach Kap. I. No. 20 phosphorsaurer Kalk in kohlensaurem Wasser aufgelöst Eisenoxydulbicarbonat zersetzt: so ist die directe Umwandlung auch auf diese Weise erklärlich.

Quarz und Hornstein in Formen von Eisenspath. Die Kieselsäure ist daher im Stande das kohlensaure Eisenoxydul zu verdrängen. Da nach meinen im grofsen Maafsstabe angestellten Versuchen 1 Th. Sphärosiderit sich in 1646 Th. mit Kohlensäure gesättigtem Wasser auflöst (I. Aufl. Bd. I. S. 388): so ist er viel löslicher als die Kieselsäure selbst in ihrer löslichen Modification. Seine Verdrängung durch Kieselsäure entspricht daher dem allgemeinen Gesetze.

Als Versteinerungsmittel kommt das kohlensaure Eisenoxydul nach Zippe[2]) am *Postelberg* in *Böhmen* in der Braunkohlenformation vor.

Das kohlensaure Manganoxydul kommt krystallisirt als Manganspath, dicht als Rhodochrasit auf Erzgängen und auf Rotheisenstein-Lagern vor. Der Manganspath ist sehr selten rein, gewöhnlich enthält er veränderliche Mengen der isomorphen Carbonate von Eisenoxydul, Kalk und Magnesia. Dies rührt davon her, dafs kohlensaures Manganoxydul stets und in sehr geringen Quantitäten mit diesen Carbonaten in Gewässern vorkommt.

Was seine Bildung und Zersetzung betrifft, so gilt von ihm dasselbe was von dem kohlensauren Eisenoxydul gilt.

Gruner[3]) analysirte einen sehr reinen Manganspath, der sich bei *Vieille* in den *Pyrenäen* unter einem Lager von Manganerzen in einer 1 bis 2 Centim. breiten Spalte in thonigem Kalkschiefer findet. Seine Zusammensetzung ist:

[1]) Blum zweiter Nachtrag. S. 76.

[2]) Zweiter Nachtrag. S. 207.

[3]) Jahresbericht 1850. S. 761.

Kohlensaures Manganoxydul . . .	97,1
Kohlensaures Eisenoxydul	0,7
Kohlensaurer Kalk	1,0
Kohlensaure Magnesia	0,8
Manganoxyd	0,1
	99,7

Da sich keine Uebergänge des Manganspath in das Gestein und keine Mangandendriten in demselben finden, welche einen Auslaugeprocefs des Mangan aus dem Gestein vermuthen lassen, so schliefst Gruner mit Recht, dafs sich das Mineral aus Quellen abgesetzt habe, während die gröfsere Menge des Mangan sich an der atmosphärischen Luft oxydirt und das Braunsteinlager bildete.

Verdrängung des Kalkspath durch kohlensaures Manganoxydul. Blum[1]) beschreibt Kalkspath-Skalenoeder aus Erzgängen im Porphyr zu *Nagy-Ag* in *Siebenbürgen*, welche aus ganz kleinen Individuen von kohlensaurem Manganoxydul zusammengesetzt sind. Die meisten dieser Pseudomorphosen sind im Innern mehr oder weniger hohl.

Obgleich das kohlensaure Manganoxydul gewifs sehr leicht durch Sauerstoff zersetzt wird: so hat man doch bis jetzt noch nicht höhere Oxydations-Stufen des Mangan in Formen von Manganspath gefunden.

Wir beschliefsen dieses Kapitel mit folgenden allgemeinen Bemerkungen:

Kein Mineral scheint mehr geeignet zu sein, seine Zersetzungs-Processe durch die chemische Analyse verfolgen zu lassen als der Eisenspath. Seine Mischung im reinen Zustande ist genau bekannt; die geringste Veränderung, welche er durch Oxydation erleidet, ist durch Verlust von Kohlensäure und durch Aufnahme von Wasser nachzuweisen. Die genaue directe Bestimmung dieser Säure ist aber mit vielen Schwierigkeiten verknüpft. Durch Glühen des Eisenspath erhält man ein fehlerhaftes Resultat, weil es schwierig ist, die höhere Oxydation des Eisenoxydul zu verhindern, und weil, wenn schon Eisenoxydhydrat entstanden ist, mit der Kohlensäure Wasser sich verflüchtigt.

[1]) Blum zweiter Nachtrag. S. 110.

Aber auch die Bestimmung dieser Säure aus dem Gewichtsverluste des Minerals bei Behandlung mit einer anderen Säure kann fehlerhaft werden, weil die gänzliche Verflüchtigung der Kohlensäure die Anwendung von Hitze fordert.

Hinsichtlich der Prüfung eines gegebenen Eisenspaths, ob chemisch gebundenes Wasser vorhanden ist oder nicht, können Täuschungen stattfinden, wenn gleichzeitig organische Substanzen vorhanden sind, denn in diesem Falle bildet sich beim Erhitzen aus dem Wasserstoff derselben auf Kosten des Sauerstoff des Eisenoxydul Wasser.

Dazu kommt endlich noch, dafs bei der Zersetzung mancher Eisenspathe Magneteisen gebildet wird. Glücklicher Weise lassen sich indefs die geringsten Spuren dieses Eisenoxyduloxyds durch die Magnetnadel entdecken. Vor der chemischen Analyse ist daher diese Prüfung vorzunehmen.

Aus allen diesen Bemerkungen ersieht man, wie schwierig exacte Analysen schon veränderter Eisenspathe oder Sphärosiderite sind. Defshalb gewähren die bisher unternommenen Analysen, in denen diese Umstände nicht berücksichtigt wurden, nur wenige Anhaltepunkte zu Schlüssen auf die entstandenen Zersetzungsproducte.

Die nachfolgenden Analysen weisen einen fast nie fehlenden, manchmal sehr bedeutenden Mangangehalt in den Eisenspathen nach. Das reine Eisenoxydul und Manganoxydulcarbonat ist weifs; weifse Eisenspathe kommen auch vor; häufiger sind sie aber geblich-grünlich, gelblich-röthlich-nelken-bis schwarzbraun und aschgrau. Diese Farben rühren von einer bereits eingetretenen höheren Oxydation der Basen her. Aus diesen Farben kann man aber nicht schliefsen, ob das Eisenoxydul oder das Manganoxydul oder beide zugleich höher oxydirt worden sind.

Die höhere Oxydation des Manganoxydul in einem gegebenen Eisenspath ist durch Behandeln desselben mit erwärmter Salzsäure aus der Entwicklung von Chlor leicht zu ermitteln.

Ich prüfte nachstehende Eisenspathe, deren dunkle Farben auf höhere Oxydation schliefsen liefsen:

1) Von *Lobenstein.* Eisenschwarz glänzend. Strich

weiſs, etwas ins Gelbliche. Pulver hellbraun ins Gelbliche. Keine Chlorentwicklung.

2) Von *Lobenstein.* Ausgezeichnet durch eine starke magnetische Polarität. Eisenschwarz glänzend. Strich und Pulver braun. Keine Chlorentwicklung.

3) Von *Lobenstein.* Nur an einigen Stellen Eisenschwarz glänzend, meist glanzlos. Strich röthlich braun. Pulver braun. Starker Geruch nach Chlor, Lackmuspapier wurde sogleich gebleicht.

4) Von *Schmalkalden.* Fast ganz glanzlos; beim Abschaben der Krystallflächen zeigte sich ein eisenschwarzer Glanz. Pulver dunkelbraun. Starker Geruch nach Chlor, Lackmuspapier wurde sogleich gebleicht.

Der weiſse Strich in 1) zeigte schon, daſs die höhere Oxydation nur die Oberfläche der Krystalle ergriffen hatte, und da sich kein Chlor entwickelte: so konnte das Manganoxydul von dieser Oxydation nicht ergriffen worden sein.

Die magnetische Polarität in 2) zeigt, daſs eine dem entstandenen Magneteisen entsprechende Menge Eisenoxydul höher oxydirt, und so Eisenoxyduloxyd gebildet worden ist. Da sich kein Chlor entwickelte: so konnte das Manganoxydul gleichfalls nicht von dieser höheren Oxydation ergriffen worden sein.

In 3) und 4) waren gleichzeitig Eisenoxydul und Manganoxydul höher oxydirt worden, wie die intensiv gelbe Farbe der salzsauren Auflösung anzeigte.

Die äuſseren Kennzeichen (Farbe, Glanz etc.) vorstehender Eisenspathe sind ziemlich nahe dieselben, und doch sind die höheren Oxydationsproducte sehr verschieden. Diese können daher nur durch die chemische Prüfung erkannt werden.

Aus diesen wenigen Versuchen scheint sich zu ergeben, daſs bei Zersetzung der Eisenspathe das Eisenoxydul stets, das Manganoxydul aber nicht immer von der höheren Oxydation ergriffen wird. Nur in seltenen Fällen scheint dadurch Magneteisen gebildet zu werden; denn bei Prüfung einer gröſseren Zahl zersetzter Eisenspathe zeigte sich nur der oben angeführte von *Lobenstein* magnetisch. Alle übrigen irritirten nicht im mindesten die Magnetnadel.

Soll Magneteisen gebildet werden: so ist nöthig, dafs eine gewisse Menge Eisenoxydul ihre Kohlensäure verliert, und dafs der Rest mit dem entstandenen Eisenoxyd eine chemische Verbindung eingeht. Durch welchen Procefs aber diese Kohlensäure in gewöhnlicher Temperatur zu entweichen gezwungen wird, möchte schwierig zu ermitteln sein. Man könnte sich denken, dafs das entstandene Eisenoxyd, wegen seiner Neigung sich mit Eisenoxydul zu verbinden, die Kohlensäure verdrängt. Da indefs bei Zersetzung der Eisenspathe Eisenoxyd stets gebildet wird: so müfste Magneteisen ein häufig vorkommendes Zersetzungsproduct sein, wenn die Verdrängung der Kohlensäure einzig und allein durch das Eisenoxyd erfolgen sollte. Magneteisen ist wasserfrei; die höhere Oxydation des Eisenoxydul im Eisenspath ist aber stets mit einer Aufnahme von Hydratwasser verknüpft. Bei der Umwandlung des Eisenspath in Magneteisen mufs daher diese höhere Oxydation ohne Aufnahme von Hydratwasser erfolgen.

Unter den 57 Eisenspathen, deren Analysen unten folgen, ist es nur einer (No. X), von dem bemerkt wird, dafs er magnetisch war. Auf Magneteisen-Lagerstätten kommt Eisenspath selten vor; nur in einigen in *Schweden* und *Norwegen* sowie in *Schlesien* findet er sich. Die Umwandlung des Eisenspath in Magneteisen gehört daher zu den seltenen Processen, welche eigenthümliche, nur selten zusammentreffende Umstände fordern.

In den meisten Analysen der Eisenspathe sind die Quantitäten der Basen und der Kohlensäure angegeben, ohne dafs diese zwischen jene vertheilt wurde. Bei Berechnung der Carbonate aus diesen Basen ergab sich, dafs die durch Rechnung gefundene Kohlensäure theils sehr nahe oder ganz mit der angegebenen übereinstimmte, theils mehr als diese betrug. Dies zeigte sich selbst bei Analysen solcher Eisenspathe, deren Farben auf eine bereits eingetretene Zersetzung, mithin auf einen Verlust an Kohlensäure schliefsen lassen. In diesen Fällen haben daher die Chemiker die Menge der Kohlensäure entweder blos aus den Sättigungscapacitäten der Basen berechnet, oder auf eine fehlerhafte Weise bestimmt. In den seltneren

Fällen, wo die gefundene Kohlensäure weniger als die berechnete betrug, wurde aus der Differenz zwischen beiden Werthen die Menge des Eisenoxydhydrat berechnet. Da keine einzige Analyse eines schon veränderten Eisenspaths oder Sphärosiderits vorliegt, in der auch nur der Versuch gemacht worden wäre, zu ermitteln ob das Eisenoxydul oder das Manganoxydul, oder ob beide gleichzeitig höher oxydirt worden seien: so ist es nicht möglich, die relativen Mengen dieser höheren Oxydationsstufen, wenn beide vorhanden, zu ermitteln.

Da, wie es scheint, das Eisenoxydul stets, das Manganoxydul aber nicht immer von der höheren Oxydation ergriffen wird, und da ersteres in allen Eisenspathen das vorherrschende ist: so wurde die Differenz zwischen berechneter und gefundener Kohlensäure blos der Bildung von Eisenoxydhydrat zugetheilt, und danach dessen Menge berechnet.

	I.	II.	III.	IV.
Eisenoxydulcarbonat	88,98	83,03	87,77	96,03
Manganoxydulcarbonat	4,86	6,07	1,21	3,06
Kalkcarbonat	2,23	0,89	—	0,36
Magnesiacarbonat	—	1,57	0,52	—
Eisenoxyd	—	4,10	10,28	—
	96,07	95,66	99,78	99,45

I. Eisenspath von *Dankerode* am *Unterharz*, krystallisirter;

II. Von *Kemlas* im Fürstenthum *Baireuth*;

III. Sphärosiderit von *Steinheim* bei *Hanau*.

Diese drei Analysen von Klaproth[1]), der die frühere Angabe Bayen's, daſs der Eisenspath kohlensaures Eisenoxydul enthält, bestätigt, und die wahre Zusammensetzung desselben erkannt hat, welche früheren Chemikern (Torbern Bergman, Sage, Drappier und Collet Descotils) entgangen war. Klaproth's Analysen haben daher ein historisches Interesse, obgleich sie nach dem damaligen Standpunkte der Chemie keine genauen Resultate liefern konnten.

[1]) Beiträge zur chemischen Kenntniſs der Mineralkörper. Bd. IV. S. 107 und Bd. VI. S. 315. 1807 und 1815.

I. war isabellgelb mit wenigen braunen Flecken, gleichwohl entwickelte sich beim Glühen nicht die mindeste Spur von Wasser; II. war dunkel röthlichbraun, und da Klaproth bemerkt, dafs die Atmosphärilien auf diesen Eisenspath schon eingewirkt hatten: so enthielt derselbe unzweifelhaft Eisenoxydhydrat; III. war gelblich und schwärzlich braun, also unzweifelhaft schon zersetzt, gleichwohl enthielt er keine Spur von Wasser.

Die in II und III berechneten Mengen von Eisenoxyd können natürlich keine Ansprüche auf Genauigkeit machen.

	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Eisenoxydulcarbonat . . .	96,03	69,5	73,5	71,0	81,0
Manganoxydulcarbonat . .	3,06	—	1,0	18,3	13,0
Kalkcarbonat	0,36	—	—	—	3,5
Magnesiacarbonat	0,31	31,6	25,2	5,0	1,5
Eisenoxyd	—	—	—	—	—
Gangart	—	—	—	5,7	1,0
	99,76	101,1	99,7	100,0	100,0

V. Der vorhin genannte Sphärosiderit nach Stromeyer [1]). Er enthielt nur eine Spur von Wasser.

VI. Hellgelber Eisenspath von *Alleward* im *Isère-Departement.* Er enthält keine Spur von Mangan.

VII. Lichtgelber Eisenspath von *Autun* im Departement der *Saone* und *Loire.*

VIII. Hellgelber Eisenspath von *Alleward* im *Isère-Departement.*

IX. Lichtgelber Eisenspath von *St. George de Huntières* in *Savoyen.*

	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Eisenoxydulcarbonat . .	55,0	70,0	82,7	85,35	85,35
Manganoxydulcarbonat . .	5,7	9,4	7,0	0,97	1,29
Kalkcarbonat	19,2	8,8	—	—	1,78
Magnesiacarbonat . . .	2,6	4,2	1,6	11,34	9,45
Gangart	17,0	9,1	8,7	—	2,00
	99,5	101,5	100,0	97,66	99,87

X. Röthlichgelbes Eisenerz in Kalkstein eingesprengt von *La Voulte* im *Ardèche-Departement.*

XI. Gelb und graues Eisenerz in Nieren in Kohlenkalkstein von *Martigues* im *Rhone-Departement.*

[1]) Untersuchung über die Mischung der Mineralkörper u. s. w. Bd. I. S. 260 ff.

XII. Eisenerz aufsen röthlich, innen dunkelgrau aus einem sandigen Thon von *Chailland* im *Majenne-Departement.* Es enthält ungefähr 2,5% Eisenoxyd, welches, da dieses Erz sehr stark auf die Magnetnadel wirkt, unzweifelhaft Magneteisen ist.

Es enthält auch bituminöse Substanzen.

XIII. Eisenspath von *Escourlegny* bei *Baigorry.*

XIV. Von *Pacho* bei *St. Fé de Bogota.*

	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.
Eisenoxydulcarbonat	84,7	85,83	70,09	74,56
Manganoxydulcarbonat	2,75	10,52	1,62	14,73
Kalkcarbonat	1,78	—	—	—
Magnesiacarbonat	7,56	1,47	26,87	9,45
Gangart	2,2	—	—	1,40
	98,99	97,82	98,58	100,14

	XIX.	XX.	XXI.	XXII.	XXIII.	XXIV.
Eisenoxydulcarbonat .	72,31	72,18	96,72	78,41	15,59	59,99
Manganoxydulcarbonat	16,67	4,86	—	16,25	1,19	40,66
Kalkcarbonat	1,78	1,78	3,28	1,19	—	—
Magnesiacarbonat . .	3,36	—	—	3,77	82,91	—
Eisenoxydhydrat . . .	—	22,23	—	—	—	—
Wasser	—	—	—	0,25	—	—
Gangart	4,20	—	—	—	—	—
	98,32	101,05	100,00	99,87	99,69	100,65

XV. Von *Pierre-Rousse* im *Isère-Departement.*

XVI. Von *Rancié* bei *Viedessos* in den *Pyrenäen.*

XVII. Von *Grande-Fosse* im *Isère-Departement.*

XVIII. Von *Bendorf* bei *Coblenz.*

XIX. Vom *Stahlberg* bei *Siegen.*

Die Analysen VI—XIX von Berthier[1]). In VI, IX, XIII, XIV, XVI, XVII, XIX beträgt die gefundene Kohlensäure 0,13 bis 2,42% mehr als die aus den Basen berechnete; diese Analysen sind daher fehlerhaft. In VII, VIII, XV, XVIII beträgt die gefundene Kohlensäure 0,44 bis 4,49% weniger als die aus den Basen berechnete. Man könnte daraus schliefsen, dafs diese Eisenspathe Eisenoxydhydrat enthalten haben. Die Berechnung der Quantitäten desselben würde jedoch, da auch in diesen Ana-

[1]) Ann. des Mines. T. VIII. p. 887 und II. Sér. T. III. p. 25.

lysen Fehler zu vermuthen sind, nur ungenaue Resultate geben. In den übrigen Analysen Berthier's sind die Carbonate aufgeführt, wie sie derselbe angegeben hat.

Eisenspath XX von *Riddarhyttan* in *Westmanland* nach Hisinger[1]).

XXI. Dichter Sphärosiderit, nach meiner Analyse. Er ist unzweifelhaft ein Absatz aus einem Mineralwasser.

XXII. Sehr schöner blafs weingelber, völlig durchsichtiger krystallisirter Eisenspath vom *Silbernen Nagel* bei *Stolberg*, nach Stromeyer[2]). Das gefundene Wasser ist Decrepitationswasser, er scheint daher kein Hydratwasser zu enthalten. Auffallend ist indefs, dafs die gefundene Kohlensäure 1,89% mehr als die aus den Basen berechnete beträgt, welcher Umstand auf Fehler in der Analyse schliefsen läfst.

XXIII. Ein Mineral aus dem *Pfitschthal* in *Tyrol*, welches man wegen seiner geringen Menge Eisenoxydulcarbonat nicht wohl für einen Eisenspath halten kann.

XXIV. Eisenspath von *Ehrenfriedersdorf*. Beide Analysen von Magnus[3]).

	XXV.	XXVI.	XXVII.	XXVIII.
Eisenoxydulcarbonat . .	81,181	80,891	93,259	81,68
Manganoxydulcarbonat . .	12,154	4,111	2,444	12,36
Kalkcarbonat	—	1,479	1,051	0,71
Magnesiacarbonat . . .	4,933	3,359	Spur	3,11
Bergart	0,23	9,73	0,60	0,48
	98,498	99,570	97,354	98,34

XXV. Weifser Eisenspath von *Hachenburg* im Herzogthum *Nassau*.

XXVI. Weifser Eisenspath aus *Steiermark*.

XXVII. Schwarzer Eisenspath von *Babkowsky* in *Oberschlesien* mit 1,92% Kohle gemengt.

XXVIII. Hellgelber Eisenspath von *Siegen*.

1) Afhandl. i Fysik. Vol. II. p. 158.

2) A. a. O. p. 270.

3) Poggendorff's Ann. Bd. X. S. 145.

	XXIX.	XXX.	XXXI.	XXXII.
Eisenoxydulcarbonat	76,01	77,23	73,84	79,34
Manganoxydulcarbonat	13,50	15,37	12,95	8,69
Kalkcarbonat	1,12	—	0,82	5,43
Magnesiacarbonat	7,87	6,55	4,20	7,60
Eisenoxydhydrat	—	—	7,27	—
Bergart	0,95	—	0,66	—
	99,45	99,15	99,74	101,06

XXIX. Hellgelber Eisenspath von *Siegen*.

XXX. Weifser Eisenspath vom *Stahlberge* bei *Müsen*.

XXXI. Braunrother Eisenspath von *Siegen*, enthält Eisenoxydhydrat.

XXV—XXXI nach Karsten[1]). In XXV, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI beträgt die gefundene Kohlensäure 0,27 bis 1,275% mehr als die aus den Basen berechnete. Von XXVIII sollte man aus der Farbe auf die Gegenwart von Eisenoxydhydrat schliefsen können; hier zeigt sich aber der bedeutende Ueberschufs von 1,275%. Diese Analysen sind daher fehlerhaft. In XXVI und XXVII stimmt die gefundene Kohlensäure so nahe mit der berechneten, dafs man vermuthen mufs, die Kohlensäure sei nicht direct bestimmt worden.

XXXII. Krystallisirter Eisenspath von *Neudorf* bei *Harzgerode* nach Pieschel[2]).

	XXXIII.	XXXIV.	XXXV.	XXXVI.
Eisenoxydulcarbonat	70,58	70,20	85,45	70,70
Manganoxydulcarbonat . . .	11,83	28,92	6,80	20,57
Kalkcarbonat	—	0,14	2,00	0,66
Magnesiacarbonat	5,12	0,50	4,74	3,76
Eisenoxydhydrat	12,44	—	—	5,26
	99,97	99,76	98,99	100,95

XXXIII. Braunschwarzer krystallisirter Eisenspath aus *Kärnthen*, theilweis in Brauneisenstein umgewandelt, nach Rosengarten[3]).

XXXIV. Sphärosiderit aus dem Basalt der Grube *Alte Birke* bei *Siegen* nach Schnabel[4]).

[1]) Rammelsberg's Handwörterbuch. Supplement I. S. 139.

[2]) Ebend.

[3]) Ebend. Supplement III. S. 112.

[4]) Ebend.

XXXV. Weifser krystallisirter Eisenspath von *Bieber* in *Hessen*, nach Glasson[1]).

XXXVI. Gelber krystallisirter Eisenspath von *Harzgerode*, nach Herter[2]).

	XXXVII.	XXXVIII.	XXXIX.	XL.
Eisenoxydulcarbonat . .	64,04	81,99	78,57	73,87
Manganoxydulcarbonat .	16,56	14,63	15,63	17,17
Kalkcarbonat	20,22	0,71	0,64	0,89
Magnesiacarbonat . . .	—	1,68	2,62	6,78
Eisenoxyd	—	—	—	1,43
Kieselsäure und Verlust .	1,10	1,01	2,51	—
	101,92	100,02	99,97	100,14

XXXVII. Grüner krystallisirter Eisenspath vom *Altenberg* bei *Aachen*, nach Monheim[3]).

	XLI.	XLII.	XLIII.	XLIV.
Eisenoxydulcarbonat	78,77	78,64	77,41	78,68
Manganoxydulcarbonat . . .	14,02	17,48	16,83	13,25
Kalkcarbonat	0,57	0,73	0,64	0,57
Magnesiacarbonat	4,07	2,96	4,64	4,91
Kieselsäure und Verlust . . .	2,54	0,17	0,33	2,55
	99,97	99,98	99,85	99,96

	XLV.	XLVI.	XLVII.	XLVIII.
Eisenoxydulcarbonat	75,64	81,42	75,85	81,12
Manganoxydulcarbonat . . .	12,24	15,65	12,38	13,43
Kalkcarbonat	0,82	0,29	0,61	0,45
Magnesiacarbonat	4,66	2,44	5,14	4,51
Kieselsäure und Verlust . . .	5,74	0,08	4,60	0,45
	99,10	99,88	98,58	99,96

	XLIX.	L.	LI.
Eisenoxydulcarbonat . . .	75,17	79,57	31,19
Manganoxydulcarbonat . . .	15,97	15,41	8,48
Kalkcarbonat	0,62	—	1,68
Magnesiacarbonat	8,21	1,97	9,45
Eisenoxyd	—	—	38,83
Kieselsäure und Verlust . .	—	3,02	3,24
Wasser	—	—	5,71
	99,97	99,97	98,58

[1]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXII. S. 89.

[2]) Ebend.

[3]) Verhandlungen des naturhist. Vereins der Rheinlande. Jahrgang V. S. 39.

	LII.
Eisenoxyd	76,76
Manganoxyd	16,56
Kalkerde	0,60
Magnesia	0,44
Wasser und Verlust . .	5,64
	100,00

XXXVIII bis L Eisenspathe aus der Gegend von *Siegen*, nach Schnabel[1]). In diesen Analysen stimmt, mit Ausnahme von XL, die gefundene Kohlensäure mit der aus den Basen berechneten theils völlig überein, theils fallen die Differenzen nur zwischen 0,01 bis 0,09%. Da wegen der grofsen Schwierigkeit einer ganz exacten Bestimmung der Kohlensäure eine solche Uebereinstimmung nicht zu erwarten ist: so ist die Vermuthung gegründet, dafs diese Säure nur aus den Basen berechnet wurde. Defshalb lassen auch diese Analysen keine Schlüsse auf die schon eingetretene höhere Oxydation zu; obgleich gewifs nicht anzunehmen ist, dafs die analysirten 12 Eisenspathe durchgängig unalterirt waren. In XL beträgt die berechnete Kohlensäure 0,79% mehr als die gefundene. Aus dieser Differenz wurde die angegebene Menge Eisenoxyd berechnet.

LI. Braunrother Eisenspath aus der Gegend von *Siegen*, nach Schnabel. In diesem Erz war die Oxydation sehr bedeutend vorgeschritten. Ob die Annahme Schnabel's, dafs nur das Eisenoxydul, nicht aber das Manganoxydul höher oxydirt worden sei, darauf gegründet ist, dafs sich beim Auflösen dieses Erzes kein Chlor entwikkelte, ist nicht angeführt.

LII. Schwarzes Eisenerz, welches aus XLII entstanden ist, nach Demselben.

In ersterem beträgt das Eisen 4,659mal, in letzterem 4,539mal soviel als das Mangan. Beide Verhältnisse stimmen so nahe mit einander, dafs man zur Vermuthung berechtigt ist, die Oxydule beider Metalle seien höher oxydirt worden, ohne dafs von dem einen oder andern Carbonat eine merkliche Menge fortgeführt worden sei. Im

[1]) Rammelsberg's Handwörterbuch. Suppl. IV. S. 209.

Kap. Manganerze Bd. III. werden wir sehen, dafs die Manganoxyd genannte Oxydationsstufe mit Salzsäure stets Chlor entwickelt; diese Entwicklung wird also wohl bei der Analyse von LII stattgefunden haben.

	LIII.	LIV.	LV.	LVI.	
Eisenoxydulcarbonat .	77,72	47,24	69,99	35,30	
Manganoxydulcarbonat	0,21	—	0,78	—	
Kalkcarbonat	1,02	—	0,14	0,41	
Magnesiacarbonat . .	2,51	4,40	3,67	1,57	
Kalksulphat	0,05	—	Magnesia 0,13	Kalk 0,64	
Eisenoxyd	1,30	7,46	7,77	5,93	
Thonerde	0,77	—	0,52	8,67	als Silicate.
Kalk	—	—	—	0,68	
Magnesia	—	—	—	0,35	
Eisenoxyd	—	—	—	1,16	
Kieselsäure	0,93	0,81	1,92	20,23	
Kohle	14,61	35,34	11,76	20,07	
Wasser	0,92	4,14	3,01	5,09	
	100,04	99,39	99,69	100,10	

LIII bis LVI. Blackbands aus Gruben in der Gegend von *Bochum* in *Westphalen* nach Schnabel[1]). Sie bilden ein bis 2 Fufs mächtiges Flötz zwischen Kohlensandstein und Schieferthon.

Die bedeutende Menge von Kohle und die Gegenwart von Eisenoxyd und Wasser stellen der Erklärung der Bildungsart dieser Eisenerze Schwierigkeiten entgegen. Es ist nicht wahrscheinlich, dafs Eisenoxydulcarbonat bei Gegenwart von Kohle höher oxydirt werde, und dafs das Eisenoxydhydrat auf diese Weise entstanden sei. Wahrscheinlicher ist es, dafs Eisenoxydhydrat ursprünglich vorhanden war und dafs dieses durch die Kohle allmälig zu Oxydul reducirt und mit der gebildeten Kohlensäure verbunden wurde (S. 148). In diesem Falle würde das in vorstehenden vier Analysen gefundene Eisenoxydhydrat der Rest des ursprünglich vorhanden gewesenen sein. Hieraus erklärt sich auch, dafs LIV und LVI gar kein, und LIII und LV nur sehr wenig Mangan enthalten; diese Blackblands haben demnach eine Zusammensetzung, welche von der der Eisenspathe gänzlich abweicht.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXX. S. 441.

In einem Drusenraume im Melaphyr von *Oberstein* fand ich auf einer papierdicken Quarz-Rinde, welche ihn auskleidete, eine gleich dünne Rinde von Eisenoxydhydrat, auf diesem gelblich braunen Sphärosiderit, und darauf weifsen Kalkspath, der sich wie ein Brückenbogen über letzteren spannte und am andern Ende auf jenen Rinden auflag.

Er enthielt nur Spuren von Eisenoxydul und Magnesia. Der Sphärosiderit bestand aus:

Eisenoxydulcarbonat	56,06
Manganoxydulcarbonat	14,79
Kalkcarbonat	14,01
Magnesiacarbonat	15,14
	100,00

Also auch in diesem unzweifelhaften Infiltrationsproduct finden wir eine bedeutende Menge Mangan.

Die bis jetzt analysirten Eisenspathe und Sphärosiderite zeigen einen meist bedeutenden, in XXIV bis auf 40,66% steigenden Gehalt an Manganoxydulcarbonat. Es gilt daher als allgemeine Regel, dafs sich bei Bildung der Eisenspathe und Sphärosiderite mit dem kohlensauren Eisenoxydul stets kohlensaures Manganoxydul aus den Gewässern abgesetzt hat.

Unter den vorstehenden 57 Analysen von Eisenspathen und Sphärosideriten ist es nur der Eisenspath VI, LIV, LVI, welche manganfrei sind. Dies läfst schliefsen, dafs die Gewässer, aus denen sich dieser Eisenspath abgesetzt hat, gleichfalls manganfrei waren.

Dafs dies eine Seltenheit ist, zeigen die Analysen der Quellwasser, in denen man stets Mangan gefunden hat, wenn nicht die Menge des ausgeschiedenen Eisenoxyd zu gering war, um es auf Mangan prüfen zu können, oder wenn nicht diese Prüfung vernachlässigt wurde.

Es ist bemerkenswerth, dafs wir in den Gebirgsgesteinen, welche das Material zur Bildung der Eisen- und Manganerze liefern, beide Metalle meist als Silicate in Gesellschaft finden, und dafs sie sich in den Gewässern, welche die Gesteine durchdrungen haben, sowie in den Absätzen aus diesen Gewässern als Carbonate gleichfalls in Gesellschaft finden. Kein anderes Metall kann man

in seinen Wanderungen aus den Gebirgsgesteinen bis zu seinen Lagerstätten so distinct verfolgen wie das Eisen und das Mangan.

Läfst sich aber irgend ein haltbarer Grund beibringen, dafs die übrigen Metalle auf ganz anderen Wegen in ihre Lagerstätten gekommen sind?

Unter den Carbonaten, welche in den vorstehenden Analysen das Eisenoxydul- und Manganoxydul begleiten, findet sich Magnesiacarbonat viel häufiger und meist in gröfserer Menge als Kalkcarbonat.

Unter 16 Magnesiten, deren Analysen vorliegen, sind es 12, welche ganz kalkfrei sind, aber Eisenoxydulcarbonat enthalten, dessen Mengen 1,26 bis 54,62 % betragen. Unter diesen 12 Magnesiten sind es 7, welche 0,09 bis 3,19 % Manganoxydulcarbonat enthalten[1]).

Die Eisenspathe wie die Magnesite zeigen demnach, dafs das Eisenoxydulcarbonat bei weitem mehr geneigt ist, sich mit Magnesiacarbonat als mit Kalkcarbonat zu verbinden. Man kann diesem Schlusse nicht entgegensetzen, dafs die Gewässer, aus denen sich die Mineralien gebildet haben, kalkfrei waren, denn unter den bis jetzt analysirten Quellwassern gibt es wohl kein einziges, welches blos Eisenoxydulcarbonat und Magnesiacarbonat enthielte. Vielmehr weisen diese Analysen nach, dafs unter den Carbonaten das Kalkcarbonat bei weitem in den meisten Fällen das vorwaltende ist. Was kann die Ursache sein, welche bewirkt, dafs sich aus Gewässern, in denen Kalk-, Magnesia- und Eisenoxydulcarbonat zusammen vorkommen, die beiden letzteren vorzugsweise mit einander abscheiden. Dafs die Krystallisation eine mitwirkende, wenn nicht die alleinige Ursache ist, zeigen die Magnesite; denn gerade die eisenhaltigen sind es, welche krystallisirt vorkommen, während die eisenfreien, überhaupt die reinsten Magnesite, zu den dichten gehören. So ist der dichte Magnesit von *Frankenstein* in *Schlesien* oft so aufserordentlich rein,

[1]) Schrötter und Berthier analysirten mehrere Varietäten, in denen das Kalkcarbonat zum Theil 2mal soviel als das Magnesiacarbonat beträgt. Solche Verbindungen kann man aber nicht mehr zu den Magnesiten zählen; sie gehören zu den Bitterspathen oder dolomitischen Verbindungen.

dafs er nur 0,009 bis 0,048% Eisenoxyd, Thonerde, Kieselsäure und Spuren von Phosphorsäure enthält.

Wir wissen, dafs isomorphe Substanzen mit einander krystallisiren und mehrfach zusammengesetzte Verbindungen geben. Die Grundform der Eisenoxydul-, Manganoxydul-, Kalk- und Magnesiacarbonate ist das Rhomboeder. Man möchte daher erwarten, dafs diese vier Carbonate, welche in der Regel in jedem Quellwasser enthalten sind, stets zu vierfachen Carbonaten krystallisiren, und dafs ihre relativen Quantitäten in denselben den in der gemeinschaftlichen Lösung entsprechen würden.

Es finden sich krystallisirte vierfache Carbonate; die relativen Verhältnisse der einzelnen Carbonate weichen aber gänzlich von den in den Quellwassern enthaltenen ab. Eisenspathe, in denen stets Eisenoxydul- und Manganoxydulcarbonate vorwalten, sowie Magnesite, in denen diese Carbonate in bedeutenden Mengen vorkommen, hätten sich wenigstens nie aus Gewässern, in denen in der Regel Eisenoxydulcarbonat in geringen und Manganoxydulcarbonat in noch viel geringeren Quantitäten im Verhältnisse zum Kalk- und Magnesiacarbonat enthalten sind, abscheiden können.

Die Winkel der Rhomboeder, in denen die genannten vier Carbonate krystallisiren, sind nicht gleich.

Es fragt sich, ob vielleicht gerade diejenigen dieser Carbonate zusammen krystallisiren, deren Krystallgestalten einander am nächsten stehen, das heifst wo die Winkel der Grundgestalten die geringsten Differenzen zeigen.

Der stumpfe Winkel des:

A. Magnesit-Rhomboeder ist	107° 25′
B. Eisenspath „ „	107°
C. Manganspath „ „	106° 51′
D. Kalkspath „ „	105° 5′

Die Differenz

zwischen B und C ist	9′
„ A „ B „	25′
„ A „ C „	34′
„ C „ D „	1° 46′
„ B „ D „	1° 55′
„ A „ D „	2° 20′

Diese Differenzen bejahen im Allgemeinen die vorhin aufgeworfene Frage.

Zwischen den Winkeln des Eisenspath und Manganspath zeigt sich die geringste Differenz, und dies entspricht dem allgemeinen Zusammenvorkommen beider Carbonate in den Eisenspathen und Sphärosideriten. Die nächste etwas höhere Differenz zwischen dem Magnesit und Eisenspath-Rhomboeder entspricht dem so häufigen Zusammenvorkommen beider Carbonate in den Eisenspathen, Sphärosideriten und Magnesiten, die wieder etwas höhere Differenz zwischen dem Magnesit und Manganspath-Rhomboeder entspricht gleichfalls dem so häufigen Zusammenvorkommen beider Carbonate in den Eisenspathen und Sphärosideriten und dem nicht seltenen Zusammenvorkommen in den Magnesiten.

Zwischen den Winkeln des Magnesit- und Kalkspath-Rhomboeders zeigt sich die gröfste Differenz. Gleichwohl kommt die Verbindung des Magnesiacarbonat mit dem Kalkcarbonat im Bitterspath und im Dolomit unter allen zusammengesetzten Carbonaten am häufigsten vor. Im Dolomit-Kapitel werden wir aber sehen, dafs sich durch Verdunstung künstlicher Lösungen von Kalk- und Magnesiabicarbonat nie beide Carbonate gleichzeitig abscheiden, und dafs daher die indirecte Bildung des Bitterspath und Dolomit mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als die directe. Es ist ferner ein allgemeines chemisches Gesetz, dafs eine grofse Zahl von chemischen Verbindungen nur auf indirectem Wege möglich ist, defshalb kann wohl gedacht werden, dafs dieses Gesetz auch bei der Verbindung des Magnesiacarbonat mit dem Kalkcarbonat Gültigkeit habe.

Kein Carbonat kommt unter den vier in Rede stehenden so häufig fast vollkommen rein vor wie der Kalkspath. Die Winkel des Kalkspath-Rhomboeder konnten daher mit der gröfsten Genauigkeit gemessen werden. Gleichwohl ergeben die vielen von Breithaupt[1]) und von anderen Mineralogen gemessenen Winkel dieses Rhomboeders Abweichungen, welche nach Breithaupt nicht in der Beimischung zu suchen sein sollen.

[1]) Schweigger's Journ. Bd. LIV. S. 253.

Da jedoch der stumpfe Winkel des Kalkspath-Rhomboeder um 1° 10′ zunimmt, wenn ein Aequivalent Kalkcarbonat sich mit ein Aequivalent Magnesiacarbonat verbindet: so ist zu erwarten, daſs selbst die geringsten Quantitäten des letzteren Carbonat den Winkel des Kalkspath-Rhomboeders vergröſsern werden, wenn sie sich mit dem Kalkcarbonat verbinden. Oder sollte man wirklich annehmen wollen, daſs nur im Bitterspath beide Carbonate chemisch, in anderen Verbindungen dagegen, wo das Magnesiacarbonat unter das einfache Atomenverhältniſs herabsinkt, nicht chemisch mit einander verbunden seien?

Sollte der stumpfe Winkel des Kalkspath-Rhomboeders in geradem Verhältniſs mit der Beimischung von Magnesiacarbonat zunehmen: so würde schon 1 % des letzteren diesen Winkel um 1,4′ vergröſsern; ein solcher Unterschied würde mit Hülfe eines genauen Reflexions-Goniometer noch zu ermitteln sein.

Unter den reinen krystallisirten Magnesiten ist mir nur einer bekannt geworden, der analysirt und dessen stumpfer Rhomboeder-Winkel gemessen wurde. Er kommt bei *Lofthaus* unweit *Snarum* in *Norwegen* vor; er enthält nur 0,786 % Eisenoxydul und Breithaupt fand den Winkel desselben, wie anderer Varietäten = 107° 28½′; also sehr nahe so groſs, wie er in mineralogischen Werken angegeben ist. Da gewiſs alle Messungen, auſser jener, an mehr oder weniger unreinen Magnesiten vorgenommen wurden: so scheint eine Beimischung anderer Carbonate die Gröſse des Rhomboeder-Winkels nicht zu verändern. Breithaupt[1]) fand diesen Winkel an dem von ihm Mesitin genannten Mineral, welches aus 54,62 Eisenoxydulcarbonat und 44,33 Magnesiacarbonat besteht = 107° 14′. Mag man diesen Mesitin zu den Eisenspathen oder zu den Magnesiten zählen, so viel ergibt sich, daſs dieser Winkel zwischen den des Magnesit- und des Eisenspath-Rhomboeders fällt. Daher möchte man wohl vermuthen, daſs bei Wiederholung der Messungen des Winkels des Magnesit-Rhomboeders an denjenigen Magnesiten, deren Analysen vorliegen, auch dann noch Differenzen gefunden werden

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXX. S. 147.

wenn geringere Mengen Eisenoxydulcarbonat als im Mesitin vorhanden sind.

Oben wurde schon bemerkt, dafs Kalkcarbonat nur selten im Magnesit vorkommt. Die Messung der stumpfen Rhomboeder-Winkel kalkhaltiger Magnesite würde von besonderem Interesse sein; denn man sollte erwarten, dafs ebenso, wie geringe Mengen Magnesiacarbonat den Winkel des Kalkspath-Rhomboeders vergröfsern, umgekehrt geringe Mengen Kalkcarbonat den Winkel des Magnesit-Rhomboeders verkleinern würden.

Wenn nach Breithaupt[1]) wenige Procente Manganoxydul die Rhomboeder der Eisenspathe stumpfer machen sollen: so müfste zufolge obiger Betrachtungen der Winkel des reinen Manganspath-Rhomboeders stumpfer als der des reinen Eisenspath-Rhomboeders sein. Dies widerspricht aber den Angaben in den mineralogischen Werken, wonach das Eisenspath-Rhomboeder stumpfer als das Manganspath-Rhomboeder ist. Jene Bemerkung Breithaupt's fällt indefs in eine Zeit (Jahr 1828), wo nur wenige und zum Theil fehlerhafte Analysen von Eisenspathen vorlagen. Jetzt, wo 56 Analysen, welche in Beziehung auf die Bestimmung des Mangangehaltes gröfstentheils genau erscheinen, vorliegen, würde eine auf diese Analysen gestützte Wiederholung der Winkelmessungen vielleicht andere Resultate geben. Jedenfalls ist die Winkeldifferenz zwischen dem reinen Eisenspath- und dem reinen Manganspath-Rhomboeder nur sehr gering. Ob daher die noch viel geringeren Differenzen zwischen manganreicheren und manganärmeren Eisenspathen zu ermitteln sein werden, müssen wir dahin gestellt lassen.

Die Messungen der Winkel des Eisenspath-Rhomboeders konnten an reinem Eisenoxydulcarbonat nicht vorgenommen werden, da dieses völlig rein im Mineralreiche nicht vorkommt, wie die Analysen der Eisenspathe und Sphärosiderite zeigen.

Unter 8 Manganspathen, deren Analysen vorliegen, ist es nur der von *Vieille* in den *Pyrenaen*, welcher fast rein ist; denn er enthält 97,1 % Manganoxydulcarbonat,

[1]) A. a. O. S. 286.

und die Eisenoxydul-, Kalk- und Magnesiacarbonate betragen zusammen nur 2,5 %. Diese Varietät würde, wenn sie gut krystallisirt vorkommt, ganz besonders geeignet sein, den Winkel eines ziemlich reinen Manganspath zu ermitteln. Ob dieses vielleicht schon geschehen ist, ist mir nicht bekannt.

In den übrigen 7 Manganspathen steigen die anderen Carbonate bis auf 26,1 %. Die Messungen des Winkels des Manganspath-Rhomboeders sind daher wohl gröfstentheils an unreinen Exemplaren vorgenommen worden.

Da in einigen Manganspathen (von *Freiberg* und von *Kapnik*) das Kalkcarbonat bis auf 10,58—13,08 % steigt: so würde die Messung der Winkel dieser Carbonate von besonderem Interesse sein. Man möchte nämlich vermuthen, dafs der stumpfe Winkel in diesen Manganspathen unter 106° 51′ fallen würde, wenn das beigemischte Kalkcarbonat einen Einflufs haben sollte, da zwischen den Winkeln des Manganspath- und Kalkspath-Rhomboeders die bedeutende Differenz von 1° 46′ stattfindet. Ganz genaue Messungen, wie sie für diese Ermittelungen nöthig sein würden, sind indefs sehr schwierig, da die Krystalle des Manganspath klein und die Rhomboeder häufig sattelförmig gebogen oder linsenartig gekrümmt sind.

Ich habe Veranlassung genommen, die Urtheile meines Freundes Blum (dessen Untersuchungen über die Pseudomorphosen eine wesentliche Grundlage für mein Werk dargeboten haben), über vorstehende Bemerkungen hinsichtlich der Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung der Carbonate und den Winkeln ihrer Grundgestalten einzuholen. „Ich stimme," schrieb er mir, „mit Ihrer Ansicht vollkommen überein. Ein vollkommener Isomorphismus, das heifst, die völlige Gleichheit der Winkel, findet nur bei den Mineralien statt, welche im regulären Mineralsystem krystallisiren. Eine gleichzeitige chemische und krystallographische Untersuchung ist gewifs sehr wünschenswerth, wenn man nur die zur Messung nöthigen Exemplare finden könnte. Daher ist es mir in diesem Augenblicke nicht möglich, diese Untersuchung anzustellen; ich werde mich aber bemühen, das Material hierzu zu erhalten. Es mufs sich diese Sache auch bei anderen isomorphen

Verbindungen verfolgen lassen, und es ist zu hoffen, dafs solche Untersuchungen zu einem bestimmten Gesetze führen würden. Ein solches Gesetz scheint mir ganz in der Natur der Sache zu liegen, und dürfte vielleicht geeignet sein, manche krystallographische Bestimmungen, wenn auch nicht zu berichtigen, doch zu controlliren. So könnte man schliefsen, dafs der Winkel des Prisma des Alstonit nicht 118° 51′, sondern 117° 20′ sein möchte, denn der Winkel des Barytcarbonat ist = 118° 30′ und der Winkel des Kalkcarbonat ist = 116° 10′, mithin das Mittel aus beiden Winkeln = 117° 20′. Untersuchungen hierüber müssen entscheiden.“

Der Alstonit (auch Bromlit genannt) ist ein in der Form des Aragonit oder Witherit krystallisirendes Barytkalkcarbonat von *Fallowfield* und *Alston*. Seine Zusammensetzung ist nach

	Thomson [1]	Johnston [2]	Delesse [3]
Barytcarbonat . . .	60,63	62,16	65,31
Kalkcarbonat . . .	30,19	30,29	32,90
Strontiancarbonat . .	—	6,64	1,10
Manganoxydulcarbonat	9,18	—	0,16
Kieselsäure	—	—	0,20
	100,00	99,09	99,67

Findet die Ausgleichung der Winkel des Baryt- und Kalkcarbonat im Alstonit nach dem quantitativen Verhältnisse beider Carbonate, welches nahe wie 2 : 1 ist, statt, und läfst man die anderen Carbonate unbeachtet, so erhält man:

$$\frac{2\,(118^0\ 30') + 116^0\ 10'}{3} = 117^0\ 43';$$

mithin einen dem gemessenen Winkel näher kommenden Werth, als Blum berechnet hat.

Die übrigen kohlensauren Metalle betrachten wir Bd. III. im Kapitel von den Erzgängen.

[1]) Phil. Mag. Vol. X. p. 373.

[2]) Ibid. Vol. VI. p. 1 und Vol. XI. p. 45.

[3]) Ann. de Chim. et Phys. III. Ser. Vol. XIII. p. 425.

Kapitel XXI. *)

Schwefelsaure Salze.

Schwefelsaure Salze sind zwar nicht so verbreitet in Quellen wie Chlorüre; aber nächst diesen kommen sie unter den im reinen Wasser löslichen Salzen am häufigsten vor. In manchen Mineralwasser-Gruppen walten sie besonders vor, wie namentlich in den *böhmischen* Mineralquellen zu *Carlsbad*, *Franzensbad* und *Marienbad*. In diesen ist schwefelsaures Natron der vorherrschende Bestandtheil, welcher in dem *Kreuzbrunnen* mehr als die Hälfte aller fixen Bestandtheile und das Dreifache vom Kochsalze, in den übrigen das Doppelte von diesem Salze und vom kohlensauren Natron bis zum Fünffachen beträgt. Noch mehr treten die schwefelsauren Salze (schwefelsaures Natron und schwefelsaure Magnesia) in den Bitterwassern von *Saidschitz*, *Seidlitz* und *Püllna* hervor, in denen sie durchschnittlich $^5/_6$ von allen fixen Bestandtheilen ausmachen. In den Gesteinen, woraus diese Quellen ihre löslichen Salze extrahiren, müssen daher diese Salze gleichfalls die vorherrschenden unter den löslichen sein.

Auf der andern Seite gibt es Mineralwasser-Gruppen, in welchen die schwefelsauren Salze mit dem Kochsalze sehr zurücktreten, und beide in viel geringeren Quantitäten als das kohlensaure Natron erscheinen. Dies ist unter anderen in den Gruppen der Mineralquellen des *Laacher-See*-Gebietes u. s. w. der Fall, und zeigt sich gleichfalls in den zahlreichen Mineralquellen im Gebiete des *Taunus*. Unter jenen erreicht das schwefelsaure Natron das Maximum in dem *Roisdorfer* Mineralwasser, wo es $^1/_7$, und in der *Bertricher* Therme, wo es mehr als die Hälfte aller fixen Bestandtheile ausmacht. Ziehen wir eine Parallele

*) In den Citaten des I. Bandes ist dieses Kapitel als Kapitel XX bezeichnet.

zwischen jenen *böhmischen* und diesen *rheinischen* Mineralwassern, so stellt sich der Unterschied heraus, dafs dort der Extractionsprocefs (denn das schwefelsaure Natron müssen wir wie die Chlorüre als präexistirend in den Gesteinen betrachten), hier der Zersetzungsprocefs, wodurch kohlensaure Alkalien gebildet werden, der vorherrschende ist.

Ich habe 38 süfse Quellen, welche aus Feldsteinporphyr, Granit, Syenit, Trachyt, Dolerit und Basalt kommen, untersucht (I. Afl. Bd. I. S. 547 ff.). Die meisten enthielten gar keine schwefelsauren Salze; nur wenige schienen phosphorsauren Kalk zu enthalten.

Struve[1]) fand in drei Phonolithen, in drei Basalten, im Feldspathporphyr von *Teplitz*, im Gneifs von *Bilin* und im Granit von *Carlsbad* schwefelsaures Kali, und in einigen dieser Gesteine auch schwefelsaures Natron. C. Gmelin[2]) fand in dem Phonolith vom *Hohenkrähen* im *Högau* 0,12 % Schwefelsäure, ohne Zweifel an Kali oder Natron gebunden. In dem Trachytporphyr vom *Monte Guarda* auf *Lipari* sind, nach Abich[3]), 4,64 % Schwefelsäure und Schwefel enthalten.

Nur in wenigen Mineralien findet sich Schwefelsäure: so im weifsen Eläolith und Nephelin. Im Nosean, Hauyn und Lasurstein steigt ihre Menge bis auf 12,5 % und sie ist darin an Alkalien gebunden.

A. Gyps und Anhydrit.

Unter allen schwefelsauren Salzen kommt der Gyps in gröfster Menge vor. Er findet sich in sehr verschiedenen sedimentären Formationen. In der Grauwacke ist er eine seltene Erscheinung. Naumann[4]) führt indefs mehrere Stellen an, wo Gypsstöcke in dieser Formation auftreten.

Nach Mittheilungen von Hunt[5]) liegen die Gyps-

[1]) Ueber die Nachbildung der Mineralwasser. Heft II. S. 24.
[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XIV. S. 359.
[3]) Geolog. Beobachtungen. S. 25 u. s. w.
[4]) Lehrbuch der Geognosie. Bd. II. S. 306.
[5]) The amer. Journ. of sc. II. Ser. T. VI. p. 176.

stöcke in *New-York* und in *Canada* auf dem silurischen Kalkstein, und sind von aufgerichteten, oft zerbrochenen Schichten desselben umgeben. Diese, in einer Umwandlung des Kalksteins begründete Gypsbildung (Bd. I. S. 850 u. 858) scheint noch jetzt im Gange zu sein. Hunt's Vermuthung, dafs sie durch Quellen bewirkt wird, welche etwas freie Schwefelsäure enthalten, ist aber gewifs nicht richtig.

Das seltene Vorkommen des Gyps im Grauwackekalkstein, der Schwefelquellen und der organischen Ueberreste in der Grauwackeformation, der geringe Gehalt an schwefelsauren Salzen in den aus dieser Formation kommenden Quellen sind Verhältnisse, welche in engster Beziehung zu einander stehen. Die Schwefelquellen finden sich meistens in jüngeren sedimentären Formationen. Die zahlreichen in den *Pyrenäen* kommen durchgängig auf der Grenze zwischen Granit und Schiefer oder Kalk vor. Kommen diese Quellen vorzugsweise aus den stark mit organischen Ueberresten getränkten sedimentären Gesteinen, so sehen wir deutlich, wie die heutigen Schwefelwasserstoff-Exhalationen an kohlenstoffhaltige Substanzen geknüpft sind. Es ist daher ein Schlufs nach der Analogie, dafs auch diese Exhalation der Vorzeit, und die davon abhängigen Gypsbildungen an diese Bedingungen geknüpft waren.

Der Gyps des Zechsteins (Schlottengyps) ist in der Regel von Dolomit (Rauchwacke) begleitet. Die Lagerung dieses Gyps, da wo er sehr verbreitet ist, ist höchst unregelmäfsig. Schichtung fehlt ihm. Er bildet grofse unförmliche Massen, und verschwindet oft aus der genau bekannten Reihenfolge der Schichten gänzlich und so plötzlich wie nie andere Lagen, welche damit zusammen vorkommen. An dem Südrande des *Harzes* ist die Verbindung von Gyps und Dolomit so innig, und ihre gegenseitigen Grenzen sind so unregelmäfsig, dafs man sie als besondere Schichten nicht von einander trennen kann.

Sehr beständig findet sich der Gyps zwischen dem bunten Sandsteine und dem Muschelkalke, gewöhnlich mit rothen und bunten Thonen, welche häufig mit netzförmigen Adern von Fasergyps durchzogen sind. Im Muschelkalke eingelagert ist er in *Schwaben* in grofser Ausdehnung.

Im Keuper kommt er daselbst in der unteren Abtheilung mit Dolomitlagen und so mit bunten Thonen vor, wie der zwischen buntem Sandsteine und Muschelkalke liegende. Von dieser Gruppe an zieht er sich durch alle jüngere sedimentäre Formationen bis in die tertiären [1]).

Der Gyps ist einer von denjenigen Körpern, welche ihre Lagerstätte leicht verändern können. Durch Gewässer wird er fortgeführt, und setzt sich wieder daraus ab. So finden wir ihn in Salzkammern und in Sinkwerken, wie im *Dürenberg* bei *Hallein*, bei *Hall* in *Tyrol*, und besonders in den sogenannten Kalkschlotten im *Mannsfeldischen.*

Wird sogenannter Stinkgyps gepülvert mit Salzsäure digerirt: so steigen viele Gasblasen auf, welche mit einer Bleilösung getränktes Papier stark bräunen.

Ist der Gyps mit organischen Ueberresten (Bitumen) getränkt [2]) und mit Wasser in Berührung, so wird er nach und nach, unter Entwicklung von Kohlensäure, in Schwefelcalcium zersetzt. Dringt Kohlensäure aus tieferen Schichten in höhere, welche gleichfalls in Zersetzung begriffen sind: so veranlaſst sie bei Gegenwart von Wasser die Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, während der Gyps sich in kohlensauren Kalk umwandelt. Werden diese Schwefelwasserstoff-Exhalationen durch den atmosphärischen Sauerstoff zu Schwefelsäure, und trifft diese mit jüngeren Kalkschichten zusammen: so wird wieder Gyps gebildet.

Unter solchen Umständen können ältere Gypslager verschwinden und sich in kohlensauren Kalk umwandeln, während jüngere Kalklager zu Gyps werden. Daſs eine solche Umwandlung wirklich stattfindet, zeigen die Pseudomorphosen von Gypsspath in Formen von Kalkspath. In den von Blum [3]) beschriebenen Pseudomorphosen aus dem Zechstein bei *Eisleben* zeigte nur ein einziger Krystall ein sehr unbestimmtes Brausen mit Säuren. Die Umwandlung war daher vollständig von Statten gegangen.

[1]) Karsten über den Gyps bei *Lüneburg*. Dessen Archiv Bd. XXII. S. 576.

[2]) Der Gyps von *Stradella* bei *Tortona* enthält nach Lorenzo Pareto eine groſse Menge von Blättern.

[3]) Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 23.

Die Zersetzung des der Atmosphäre ausgesetzten Gyps in kohlensauren Kalk ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung. G. Schübler[1]) fand, dafs sich, wenn Gyps dem Regen, Schnee und der Sonne ausgesetzt wird, nach 6 Monaten 13 % kohlensauren Kalk bilden. Coquand[2]) fand im oberen Theile des Gyps von *Aix* 8,25 % kohlensauren Kalk. Die meisten Gypse brausen da, wo sie der Atmosphäre ausgesetzt sind, mit Säuren. Nach Alex. Brongniart[3]) verschwindet in den Gypsgruben am *Montmartre* der kohlensaure Kalk allmälig, je tiefer man kommt. Diese Umwandlungen des schwefelsauren Kalk in kohlensauren Kalk erklären sich aus den in den Meteorwassern enthaltenen organischen Substanzen und aus der Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure auf das dadurch gebildete Schwefelcalcium. Auch das kohlensaure Ammoniak in der athmosphärischen Luft kann eine solche Umwandlung bewirken.

Endlich beschreibt Blum[4]) Pseudomorphosen von kohlensaurem Kalk in Formen von Gypsspath. Eine von G. Rose[5]) ausgeführte sorgfältige krystallographische Untersuchung des Schaumkalk von *Wiederstaedt*, der fast vollkommen reiner kohlensaurer Kalk, ist und die Bestimmung seines spec. Gewichts = 2,986 ergab, dafs er nicht aus Kalkspath, sondern aus Aragonit besteht. Der Schaumkalk bietet demnach das erste bekannte Beispiel einer Pseudomorphose des Aragonit dar. G. Rose fügt die interessante Bemerkung hinzu, dafs die einzigen eingewachsenen ächten Krystalle des Aragonit, die man kennt, nämlich die von *Aragonien* und den *Pyrenäen* (*Bastennes*), wenn auch nicht in Gyps selbst, doch in einem Thone liegen, der sehr viel Gyps enthält. Wahrscheinlich sind daher auch diese durch Zersetzung des Gyps durch Gewässer bewirkt worden, die zweifach kohlensaures Natron enthielten, wodurch sich zweifach kohlensaure Kalk-

1) Schweigger's Journ. Bd. XXI. S. 213.
2) Bulletin de la soc. géol. 1841. T. XII. p. 347.
3) Ibid. p. 352.
4) Die Pseudomorphosen S. 49 und zweiter Nachtrag S. 18.
5) Poggendorff's Ann. Bd. XCVII. S. 161.

erde gebildet hat, die von den Gewässern mit dem gebildeten schwefelsauren Natron fortgeführt wurde, und aus der sich erst später die neutrale kohlensaure Kalkerde selbstständig in der Form des Aragonit absetzte.

Althaufs[1]) machte auf eine Umwandlung des mit Thon gemengten Fasergyps im Faserdolomit, welche er in Gypsgruben bei *Badenweiler* beobachtete, aufmerksam. Lettenmayer[2]) analysirte die verschiedenen dort vorkommenden Zersetzungsproducte:

	I.	II.	III.
Schwefelsaurer Kalk	78,33	7,71	0,49
Kohlensaurer Kalk	9,51	50,61	56,69
Kohlensaure Magnesia . . .	3,21	37,41	39,04
Kohlensaures Eisenoxydul . .	—	3,55	3,31
Kieselsäure	6,65	—	—
	97,70	99,28	99,53

	IV.	V.	VI.
Schwefelsaurer Kalk . .	54,85	—	—
Kohlensaurer Kalk . .	—	—	29,09
Thonerde	4,08	19,77	—
Eisenoxyd	2,83	Oxydul 6,36	Oxyd 2,77
Kalk	2,32	—	—
Magnesia	7,64	22,82	Spur
Kieselsäure	23,70	49,28	68,17
	95,42	98,23	100,03

I. Unvollkommen zersetztes Gestein unter dem Faserdolomit.

II. Uebergang vom Fasergyps zum Faserdolomit.

III. Vollkommen zersetzter Fasergyps.

IV. Unzersetzter Thon, in welchem der Fasergyps liegt.

V. Thon, welcher im zersetzten Zustande mit dem Faserdolomit vorkommt.

VI. Ein krystallinisches etwas poröses Gestein, welches den Faserdolomit begleitet.

I. und II. zeigen die Uebergänge vom Fasergyps zum Faserdolomit III. Die Vergleichung von I., II. und III. mit IV. und V. zeigt, dafs die Magnesia im Faserdolomit

[1]) Halurgische Geologie von Alberti. Bd. II. S. 147.

[2]) Ebend. S. 149.

vom zersetzten Thon herrührt. Die Umwandlung des schwefelsauren Kalk in kohlensauren Kalk wird wahrscheinlich durch das Bitumen des Thons bewirkt. Während dieser Umwandlung wird das Magnesiasilicat im Thon durch Kohlensäure zersetzt und in kohlensaure Magnesia umgewandelt. Die Kohlensäure rührt von der Zersetzung des Schwefelcalcium durch Kohle her; denn hierbei wird 2mal so viel Kohlensäure gebildet, als zur Umwandlung des Schwefelcalcium in kohlensauren Kalk erforderlich ist. Da die Hälfte dieser Kohlensäure in statu nascenti auf das Magnesiasilicat wirkt: so ist hieraus die sonst so schwierige Zersetzung dieses Silicats durch Kohlensäure zu begreifen. Sie wird aber auch durch die grofse Neigung des kohlensauren Kalk, sich mit kohlensaurer Magnesia zu Dolomit zu verbinden[1]), befördert (Bd. I. S. 37). Die durch Zersetzung des Magnesiasilicat im Thon ausgeschiedene Kieselsäure findet sich in VI. Der darin enthaltene kohlensaure Kalk kann nur von demjenigen herrühren, welcher nicht in Verbindung mit der kohlensauren Magnesia zu Faserdolomit getreten ist.

In den Gypsgruben von *Au* bei *Freiburg* kommt Faserdolomit mit Fasergyps unter denselben Verhältnissen wie bei *Badenweiler* vor.[2])

In Beziehung auf die oben (S. 183) erwähnte Begleitung des Gyps mit Dolomit ist die Umwandlung des ersteren, wenn ein magnesiahaltiger Thon gegenwärtig ist, in letzteren eine interessante Erscheinung. Damit soll indefs nicht behauptet werden, dafs aller Dolomit, welcher von Gyps begleitet wird, aus diesem entstanden sei.

Von der Bildung der schwefelsauren Kalkerde durch Einwirkung von Schwefelwasserstoffgas-Exhalationen auf kohlensauren Kalk war im Kap. XVI. die Rede.

Als unmittelbaren Absatz aus Gewässern findet sich der Gyps auf Gängen. Wenn eine solche Bildung auch noch zweifelhaft bleiben könnte, so würde das Vorkommen des Gyps auf Grubenholz, auf alten Kleidungsstücken und im alten Manne jeden Zweifel verscheuchen. Dafs in Gän-

[1]) Es ist bekannt, dafs die Magnesia überhaupt eine grofse Neigung zur Bildung von Doppelsalzen besitzt.

[2]) A. a. O. S. 152.

gen, in denen durch Oxydation von Kupferkies, Eisenkies u. s. w. Schwefelsäure entsteht, Gyps gebildet wird, wenn kalkhaltige Gesteine vorhanden sind, ist von selbst klar. Das Vorkommen des Gyps in Drusenräumen weist, wie alles Vorkommen dieser Art, entschieden den Absatz desselben aus eingedrungenen Gewässern nach.

Von den Pseudomorphosen des Gyps in Formen von Steinsalz war schon oben (S. 27) die Rede. Quarz kommt in Formen von Gypsspath und Anhydrit[1]), Brauneisenstein in Formen von Gypsspath[2]) und Bitterspath so wie Eisenoxyd in Formen von Anhydrit[3]) vor. Der leichter lösliche schwefelsaure Kalk wird daher durch die Kieselsäure und durch das kohlensaure Eisenoxydul, welche beide schwerer löslich sind, verdrängt.

Der Gyps ist nicht frei von organischen Ueberresten. Die grauen und schwärzlichen Farben desselben rühren von Bitumen her. In einem Gypslager in *Kleinasien* fand Ehrenberg[4]) einen sehr grofsen Gehalt von Infusorien. Es sind grofse Polygastern mit Kieselsäure-Schalen in Formen, wie sie entschieden im Meer nicht vorkommen. Dieser Gyps ist daher eine Süfswasser-Bildung.

Der Gyps kommt als Versteinerungsmittel vor. Alberti und Blum beschreiben solche Versteinerungen aus der unteren Keuperformation *Württembergs*. Knochen im Gyps sind mehr oder weniger von schwefelsaurem Kalk durchdrungen. Bronn beschreibt einen über 400

[1]) Diese sehr interessanten Pseudomorphosen wurden zu *Geyer* in *Sachsen* in grofser Menge von Dr. Krantz, der sie mir zu zeigen so gefällig war, gefunden. Blum hat sie ausführlich beschrieben. Zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 93.

[2]) Von diesen interessanten Pseudomorphosen, in denen keine Spur des schwefelsauren Kalk mehr zu finden ist, hat Haidinger (Poggendorff's Ann. Bd. LXXVIII. S. 82) Nachricht gegeben.

[3]) Breithaupt beschreibt eine Pseudomorphose von Eisenoxyd in Formen von Anhydrit, welche bei *Eibenstock* in *Sachsen* vorkommt. Bei *Schneeberg* in *Sachsen* finden sich solche Pseudomorphosen, welche aus einem Gemeng von Quarz und Eisenoxyd bestehen. Ferner beschreibt er Bleiglanz mit Eindrücken, die von Anhydrit herzurühren scheinen, von *Andreasberg* und *Freiberg*, Quarz mit solchen Eindrücken von *Ehrenfriedersdorf*.

[4]) Monatsber. der Berliner Academie 1849. S. 193.

Pfund schweren Stamm einer Conifere, der durch dieses Salz versteinert ist[1]).

Wo der Gyps in etwas gröfseren Tiefen untersucht worden ist, ist er nicht mehr wasserhaltig, sondern Anhydrit. Dies gab zur Vermuthung Anlafs, ein grofser Theil des Gyps sei erst aus Anhydrit an der Berührung mit der Atmosphäre gebildet worden. Dafs sich diese Wirkung bisweilen bis zu bedeutender Tiefe erstreckt, ist bei der grofsen Zerklüftung und Zerrissenheit dieser Gebirgsmassen, welche der Atmosphäre einen freien Zugang in beträchtliche Tiefen eröffnet, nicht auffallend[2]).

Blum[3]) führt mehrere Beispiele von Umwandlungen des Anhydrit in Gyps an, z. B. im *Canaria-Thale* in der *Schweiz*. Dieser Anhydrit ist da, wo er zu Tage ausgeht, auf einer Strecke weit in Gyps umgewandelt. Nach den Beobachtungen J. v. Charpentier's[4]) ist aller Gyps, welcher bei *Bex* an der Oberfläche, oder nur durch Rasen bedeckt, vorkommt, durch Umwandlung aus Anhydrit entstanden. Es gibt sogar Stücke, an welchen man diesen Uebergang wahrnehmen kann. Den reinen Anhydrit findet man stets im Innern des Gebirges, oder in solchen steilen Gegenden, wo Einstürze das Innere des Gesteins entblöfsen. Aehnliches hat von Alberti[5]) im *südwestlichen Deutschland* im Muschelkalk beobachtet.

Der Anhydrit nimmt bei seiner Umwandlung in Gyps ungefähr $^1/_4$ seines Gewichts Wasser auf. Veränderte sich hierbei nicht das spec. Gewicht, so würde das Volumen in demselben Verhältnisse zunehmen. Da aber das spec. Gewicht des Gyps nur $^4/_5$ von dem des Anhydrit beträgt: so nimmt auch defshalb das Volumen bei der Umwandlung zu. Diese Zunahme ist daher eine ganz bedeutende. Dieses ist besonders in alten Stollen, welche in Anhydrit getrieben worden, wahrzunehmen. In denselben finden sich

[1]) Blum Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 178.

[2]) De la Beche Geognos. von v. Dechen. S. 578.

[3]) Die Pseudomorphosen des Mineralreichs. 1843. S. 24.

[4]) v. Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie. 1821. Bd. XV. S. 336 ff.

[5]) Beitrag zu einer Monographie des bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper. 1824. S. 62 und 69.

Schalen so von den Wänden losgezogen, dafs die Bergleute kaum durchgehen können.

Die grauen Farben des Anhydrit rühren gleichfalls von beigemengtem Bitumen her. Stromeyer fand im faserigen Anhydrit von *Ilfeld*[1]), aufser wasserhaltigem schwefelsaurem Kalke, 0,04 % Bitumen und 0,087 Kohlensäure. Unmöglich könnte sich jenes in einem Anhydrit erhalten haben, welcher der Hitze ausgesetzt gewesen wäre, da Gyps durch kohlenstoffhaltige Substanzen in der Hitze sehr leicht zersetzt wird. Anhydrit findet sich auch häufig auf Erzgängen.

Künstlich hat man bis jetzt noch nicht krystallisirten Anhydrit dargestellt. Man kennt nicht die Umstände, unter welchen schwefelsaurer Kalk wasserfrei krystallisirt. Haidinger[2]) führt indefs an, dafs die stark zusammengedrängten Ueberreste der Räume, welche früher Steinsalz enthalten hatten, und die sich zu *Hall* in *Tyrol* finden, nur von körnigem Anhydrit erfüllt seien. Es scheint also hier eine Verdrängung des Steinsalz durch Anhydrit stattgefunden zu haben (S. 27). Da solche Verdrängungen nur auf nassem Wege gedacht werden können: so spricht dies zu Gunsten einer Bildung von Anhydrit aus wässrigen Auflösungen. Die Pfannensteine der Saline *Hall* enthalten nach Fehling neben 63 % schwefelsaurem Kalk nur 2,9 Wasser; wäre der schwefelsaure Kalk als Gyps vorhanden, so würde er 16,6 % Wasser erfordern. Wir haben also hier eine Anhydritbildung auf nassem Wege[3]).

Weil der Anhydrit kein Wasser enthält, annehmen zu wollen, dafs er sich auf feuerflüssigem Wege gebildet habe, würde dieselbe Schlufsfolge sein, als wenn man krystallisirtes wasserfreies schwefelsaures Natron, von dem nicht bekannt wäre, dafs es zwischen 26° und 32° R. wasserfrei krystallisirt, für eine Bildung auf feuerflüssigem Wege halten wollte.

Das Vorkommen des Anhydrit in Begleitung mit Stein-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. XIV. S. 375.

[2]) Holger's Zeitschrift für Physik u. s. w. Bd. IV. S. 225 ff.

[3]) Württemb. Nat. Jahreshefte. 1849. Bd. IV. S. 37.

salz in Formationen, deren sedimentäre Bildung niemals in Zweifel gezogen worden ist, führte, da man die Entstehung des ersteren auf nassem Wege für eine Unmöglichkeit hielt, zu der Ansicht seines späteren Eindringens.

Nicht blos das im Anhydrit fehlende Krystallwasser war es, welches die Geologen zu seiner plutonischen Bildung geführt hat, sondern mehr noch waren es die Störungen der Schichtenverhältnisse und die Verrückungen ganzer Gebirgsmassen in den Umgebungen des Gyps [1]). Fr. Hoffmann glaubte die Gypsformation in den norddeutschen sedimentären Formationen geradezu für eruptiv halten zu müssen [2]).

Von einer Bildung des kohlensauren Kalk in Formen von Gypsspath durch Zersetzung des letzteren mittelst Gewässer, welche kohlensaures Natron enthalten, war schon (S. 184 ff.) die Rede. Da solche Gewässer, namentlich die Säuerlinge, nicht selten sind: so wird diese Zersetzung stets da eintreten, wo solche Gewässer durch Gypslager oder durch Gänge dringen, worin Gypsspath vorkommt. Wo aber Gypslager auf ihrer Oberfläche in kohlensauren Kalk umgewandelt erscheinen, da kann eine solche Umwandlung nicht gedacht werden; es sei denn, dafs Säuerlinge, welche in einem höhern Niveau entspringen, ihren Abflufs über diese Lager nähmen. Da nun eine solche Umwandlung so häufig vorkommt: so mufs man die Ursache in den Atmosphärilien suchen. Fehlt es an organischen Bestandtheilen in den Gypslagern: so bleibt blos das kohlensaure Ammoniak als Zersetzungsmittel übrig (S. 184).

Gegen meine Ansichten erklärt sich Winkler [3]), indem die Textur der Neubildung ganz die des Gypsspath nachahme, und der beobachtete Uebergang der einen Substanz in die andere gegen die Annahme einer Fällung sprechen. Es scheint ihm entgangen zu sein, dafs sich in der I. Aufl. Bd. I. S. 196 nachgerade die von ihm adoptirte

[1]) Leonhard Grundzüge der Geologie und Geognosie. 3. Aufl. S. 275.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. III. S. 34.

[3]) A. a. O. S. 15.

Erklärung der Umwandlung des Gyps in kohlensauren Kalk findet.

Die Pseudomorphose von Kalkspath nach Gypsspath kann endlich auch eine reine Verdrängungspseudomorphose sein. Tropfen auf Gyps Gewässer, welche Kalkbicarbonat enthalten, stagniren sie so lange, bis die halbgebundene Kohlensäure sich verflüchtigt hat: so fällt Kalkcarbonat nieder und die abtropfenden Gewässer führen schwefelsauren Kalk fort.

Aragonit in Formen von Gyps. Diese Pseudomorphose ist schon oben S. 184 beschrieben worden. Becquerel[1]) fand, dafs eine Lösung von Natronbicarbonat, welche auf Gyps wirkt, gleichfalls Aragonit gibt.

Der Gyps ist eine sehr strengflüssige Substanz und weit strengflüssiger als Lava [2]). Man müfste also, um seine plutonische Bildung zu erklären, viel höhere Hitzgrade im Innern der Erde annehmen, als sie die ausfliefsende Lava zeigt. Annahmen, welche sich nicht auf Erfahrung stützen, haben aber wenig Wahrscheinlichkeit.

Die plutonische Hypothese bringt den Anhydrit und die krystallinischen Gesteine in dieselbe Kategorie. Beide zählt sie zu den Eruptivgesteinen.

Wäre dies so, so würde es seltsam sein, warum in den unterirdischen Räumen, in denen die geschmolzenen Massen vorausgesetzt werden, eine so scharfe Sonderung zwischen dem Anhydrit und den krystallinischen Gesteinen stattgefunden hätte; denn noch nie hat man im Granit oder in irgend einem krystallinischen Gestein schwefelsauren Kalk als ein Gemenge gefunden. Eben so wenig kommt er in Lava, die doch entschieden eruptiv ist, vor. Wäre er eine eruptive Bildung, so müfste sich der Heerd, aus welchem er gekommen, unter allen sedimentären Formationen, mithin auch unter der Grauwacken-Gruppe befinden; dann wäre aber nicht einzusehen, warum gerade in dieser Formation so wenig Gyps gefunden wird.

In den letzten Jahren trat die Hypothese vom eru-

1) Chemisches Centralblatt 1852. No. 25.

2) Nur im Porcellanofen schmilzt er, und krystallisirt dann in der Form des Anhydrit. Mitscherlich in Poggendorff's Ann. Bd. XI. S. 331.

ptiven Ursprunge des Gyps wieder mit grofser Keckheit auf. Ein Bohrloch, welches bei *Schöningen* im Herzogthum *Braunschweig* Steinsalz in 1710 und 1819 Fufs Tiefe traf, geht durch die Schichten des Keuper-Muschelkalk und durch die oberen Lagen des bunten Sandstein. In acht Schichten dieser Formationen fand sich Gyps und Anhydrit im mehrfachen Wechsel mit Mergel, Thonstein und anderen Gesteinen. A. von Strombeck[1]), der hiervon Nachricht gibt, beschreibt aufserdem mehrere Gypsmassen, welche sich in dortiger Gegend theils im bunten Sandstein, theils auf der Grenze zwischen diesem und dem Muschelkalk, theils wie es scheint im Keuper und im Jura finden. Sie sollen aber nie Flötze, sondern blos Stöcke bilden.

Was aus der Tiefe gekommen sein soll, mufs auch mit ihr im Zusammenhang stehen. Der Gyps im Bohrloch zeigt aber einen solchen Zusammenhang nicht; es ist daher kein Grund vorhanden zur Annahme, dafs die dortigen Gypsstöcke bis zu unergründlichen Tiefen reichen. Nichts desto weniger läfst von Strombeck diesen Gyps durch Sublimation aus der Tiefe kommen, und das Gypsgas zwischen die Schichtungsflächen eintreten. Die Gypsgänge, deren viele dort vorkommen, sollen entschieden für eine eruptive Entstehung sprechen[2]). Nichts ist aber leichter zu begreifen, als dafs da, wo Gyps vorkommt, die Quellen dieses Salz enthalten müssen und dafs solche Quellen, wenn sie durch Spalten sickern, es absetzen

[1]) Karsten und von Dechen Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XXII. S. 215 ff.

[2]) Vielleicht beruft sich v. Strombeck auf die von A. Scacchi (Ann. des mines (4) T. XVII. p. 323) am *Vesuv* beobachteten Erscheinungen. Die wichtigsten Bildungen der Gasexhalationen im Jahr 1850 waren nämlich der Gyps, welcher aus Bündeln von krystallinischen Nadeln, theilweise durch Eisenchlorid gefärbt, und grofse Krusten von 3 bis 5 Millimeter Dicke auf dem Sand und den Rapilli des Kraters bildeten, ohne dafs die letzteren verändert waren. Dieser Gyps enthielt aber eine grofse Menge Salzsäure, Schwefelsäure, Thonerde, Kali, Eisenoxyd und eine kleine Menge Eisenoxydul: Substanzen, welche man im Gyps des Steinsalzgebirges nicht findet. Wo aber eine so grofse Verschiedenheit in der Zusammensetzung mineralischer Producte sich zeigt, ist man nicht berechtigt auf gleichen Ursprung zu schliefsen.

werden. Was die Bildung des Gyps im Steinsalzgebirge überhaupt betrifft, so beziehen wir uns auf das, was hierüber im Kap. XVIII. gesagt wurde.

Eine der Bildung von Gypsgängen ganz ähnliche zeigt sich auf den Gradirwerken. So wie hier die Soole, auf den Dornreisern herabsickernd, den aufgelösten Gyps absetzt, so wird er auch aus Gewässern abgesetzt werden, wenn dieselben an den Wänden einer Spalte herabsickern. Sehr schönen glänzenden Strahlgyps, dessen Strahlen stets von den Dornen wie Radien aus einander laufen, fand ich auf den Gradirwerken der Saline *Nauheim* in *Hessen*. Ich habe, gestützt auf Versuche (I. Aufl. Bd. II. S. 1054), berechnet, dafs diese Gyp-Stalactiten, deren Halbmesser $6\frac{1}{2}$ Linie beträgt, mindestens aus 216666 einzelnen concentrischen Lagen entstanden sind. So oft hat sich also die Juxtaposition kleiner Gypsmolecüle wiederholt, und es ist nicht ein Haufwerk von Krystallen entstanden, deren Achsen nach den verschiedensten Richtungen liegen, sondern die vom ersten Krystallmolecül angenommene Achsenrichtung hat sich unverändert erhalten.

Mein Sohn Dr. Carl Bischof fand, dafs ein Gemenge von Feldspath und Gyps der Weifsglühhitze ausgesetzt, schwefelsaure Alkalien und Kalksilicat durch gegenseitige Zersetzung liefert [1]).

Im Innern der Erde könnte daher geschmolzener schwefelsaurer Kalk nur dann als möglich gedacht werden, wenn derselbe in einem Raume sich befände, dessen Wände aus einem Gestein beständen, welches keinen Feldspath enthielte. Welches Gestein sollte aber dies sein, da es kein krystallinisches gibt, welches nicht alkalische Silicate, sei es im Feldspath oder im Glimmer, enthielte? Wollte man selbst annehmen, dafs die Wände eines solchen Raumes aus Quarz beständen: so würde auch dieser in den vorausgesetzten hohen Temperaturen den schwefelsauren Kalk zersetzen. Sollte sich endlich eine ausschweifende Phantasie über alle diese Schwierigkeiten hin-

[1]) Auf diese Zersetzung gründete Richard Tilghman (Repertory of Patent-Inventions 1847. Sept. p. 155) ein Verfahren zur Darstellung von schwefelsaurem Kali. Er setzt noch Kalk hinzu.

wegsetzen: so würde es unmöglich werden zu begreifen, wie der vorausgesetzte geschmolzene schwefelsaure Kalk durch Spalten aufsteigen konnte, deren Wände Feldspath oder Quarz enthalten, ohne dadurch zersetzt zu werden. Die Gypsmassen finden sich aber aufgelagert auf sedimentären Gesteinen, welche, wie z. B. die Grauwacke, Feldspathmassen, oder wie die Sandsteine, Quarz enthalten. Die Vorstellung von einem Aufsteigen geschmolzenen schwefelsauren Kalks gehören daher zu den gehaltlosen plutonischen Träumereien, die aus der Wissenschaft verbannt werden müssen.

Der Gyps tritt als Gebirgsart in solcher Menge auf, dafs er da, wo er vorkommt, Einflufs auf die Gestaltung der Oberfläche hat. Er bildet Hügel und kleine Berge, die aus flachen Gegenden und aus Ebenen, bald sanft, bald ziemlich steil, und besonders im Vergleiche zu ihren Umgebungen sich manchmal ansehnlich hoch erheben.

Hier ist dieses in 460 Th. Wasser lösliche [1]) Salz der auflösenden Wirkung der Meteorwasser völlig Preis gegeben. Nehmen wir 3 Fufs für die mittlere jährliche Regenmenge an, so ergibt sich, dafs, wenn das auf einen Gypsberg fallende Meteorwasser sich ganz mit Gyps sättigt, nahe ½ Linie jährlich von demselben abgenagt werde. Unter dieser Voraussetzung würde ein 100 Fufs hervorragender Gypsberg blos durch Auflösung in 28800 Jahren geebnet werden. Da indefs die mechanische Fortführung durch Gewässer unstreitig viel bedeutender ist als die chemische durch Auflösung: so ist klar, dafs ein solcher Gypsberg in einem viel kürzeren Zeitraume verschwinden würde.

Der Flötzgyps ist sehr zerklüftet; die Meteorwasser

[1]) Nach Cousté (Ann. des mines (5) T. V. p. 69). Jahresb. 1854. S. 781) nimmt die Löslichkeit des Gyps in Wasser über 80° R. ab, und bei 112° bis 120° wird er aus seiner Lösung vollständig niedergeschlagen.

Wenn man Gründe zur Annahme hätte, dafs sich der Gyps aus einem heifsen Meere niedergeschlagen habe: so könnte man seine völlige Ausfällung begreifen. Eine solche Hypothese würde aber zu den unhaltbarsten gehören.

Auch der kohlensaure Kalk wird aus seiner Lösung im Wasser bei 120° vollständig gefällt.

dringen daher auch in das Innere, wo sie in vielfacher Berührung mit dem Salze Gelegenheit haben, sich damit zu sättigen. Sind die benachbarten Schichten nicht oder weniger zerklüftet, so können sogar die in den Umgebungen niedergehenden Meteorwasser in den Gyps dringen, so dafs bei weitem mehr als ½ Linie jährlich davon aufgelöst und fortgeführt wird. Daher denn auch die grofsen Höhlen im Innern vieler Gypsfelsen und die häufigen Erdfälle auf ihnen.

Sind endlich die Gypsflötze mit anderen sedimentären Gebilden bedeckt, und gelangen zu ihnen Tagewasser: so ist klar, wie sie nach einer längeren oder kürzeren Reihe von Jahren völlig weggewaschen werden können. Die auf dem Gyps liegenden Schichten müssen sich daher senken. Wird von einem Gypslager an einer Stelle mehr als an einer andern weggewaschen: so treten ungleiche Senkungen ein. Hieraus erklären sich die Störungen in der Schichtung und die Verrückungen ganzer Gebirgsmassen. Bildet der Gyps ein partielles Lager etwa unter einem Thon- oder Mergellager, und wird er von den Gewässern nach und nach fortgeführt: so senken sich diese Lager nur an der Stelle, wo der Gyps gelegen hatte. Ihre Schichtung wird daher gestört. Mit einem Worte: wo die Unterlage weggewaschen wird, da sinkt's und bricht's, wo der Gyps nicht vorhanden ist, oder nicht weggewaschen wird, da bleibt alles ruhig liegen[1]).

[1]) Engelmann (Ermans Archiv 1850. Bd. VI. S. 701) bespricht theilweise Senkungen beträchtlicher Landstriche in *Kurland* als Folge von Auflösungen und Auswaschungen des tiefer gelegenen Kalkstein und Gyps durch Gewässer. Ebelmen (Compt. rend. 1851. T. XXXIII. p. 678) führt an, dafs im Keuper der *Haute-Saone* die Lettenkohle auf dichten Gypsmassen liegt. In ihren unteren Theilen ist sie durch Gyps cementirt, in ihren oberen und am Ausgehenden ist dieses Salz durch Gewässer fortgeführt worden, und ein Mergel zurückgeblieben, der sich in vielen Biegungen und Krümmungen um Gypsmassen, welche von den Gewässern nicht berührt wurden, herumlegt. Der Mergel liegt aber auch unmittelbar auf Muschelkalk, indem der Gyps ganz verschwunden ist. Auch die linsenförmigen Gypsmassen im Becken von *Paris* verdanken ihre Gestalt nach Ebelmen der Auflösung; denn sie kommen unter dem Gipfel des Hügels, wo sie den Gewässern am wenigsten ausgesetzt waren, am häufigsten, an den

Die Fortführung des Gyps durch Gewässer ist aber nicht die einzige Ursache, wodurch die Schichtung der auf demselben liegenden Lager gestört wird. Wir haben gesehen (S. 188), dafs sich das Volumen bei der Umwandlung des Anhydrit in Gyps sehr bedeutend vermehrt. Lager auf Anhydrit, der einer solchen Umwandlung unterliegt, werden daher gehoben. Vielleicht dafs die bedeutende Wölbung, welche nach Emmons die Schichten auf Gyps in *Oneida* und *Onondaga* im Staate *New-York* erlitten haben, davon herrührt. Findet die Umwandlung des Anhydrit in Gyps an einer Stelle mehr als an einer andern statt: so werden die Lager ungleich gehoben, d. i. aufgerichtet.

So haben wir Ursachen kennen gelernt, welche die auf Gyps oder Anhydrit geschichteten Lager anderer Gesteine entweder zum Sinken oder zum Heben bringen. In manchen Fällen, wo Umwandlungen des Anhydrit in Gyps und zugleich Wegwaschungen desselben stattfinden, können sich diese entgegengesetzten Wirkungen mehr oder weniger aufheben. Dann wird die Schichtung der darauf liegenden Lager wenig oder gar nicht gestört.

Wo sich die Wirkungen der Gewässer in der Störung der Lager so deutlich erkennen lassen, wie in den vorliegenden Fällen, da ist es mehr als lächerlich, zu plutonischen Wirkungen Zuflucht nehmen zu wollen.

Gegen die sedimentäre Bildung des Gyps hat man die Einwendung gemacht, dafs ihm das Hauptkennzeichen sedimentärer Gesteine, die Schichtung fehle. Bei krystallinischen Massen kann aber nicht von einer Erscheinung die Rede sein, die nur mechanischen Absätzen eigen ist. — Chemische Niederschläge aus wässerigen Auflösungen folgen ganz anderen Gesetzen, als mechanische aus Flüssigkeiten, worin kleine Theilchen schweben. Wir sehen bei Krystallisationen, dafs sich die Krystalle vorzugsweise an Hervorragungen, an Stangen oder Rechen, wie die Vitriole, an Fäden, wie der Candiszucker, ansezzen. Ist eine krystallisirende Flüssigkeit, z. B. eine Eisen-

Bergabhängen am seltensten vor. Vgl. auch Coquand (in dem Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1849. S. 488).

vitriollauge trübe: d. h. schweben aufser dem im Wasser aufgelösten Vitriole kleine Theilchen, etwa Ocherschlamm, in demselben: so bilden sich keineswegs abgesonderte Lagen von Krystallen und von mechanischen Sedimenten; sondern jene setzen sich an den Wänden, an den Rechen, an Hervorragungen an, während diese wahre Schichten auf dem Boden bilden.

Wir können demnach beim Gyps, ebenso wenig wie beim Steinsalz von eigentlicher Schichtung sprechen, und noch weniger aus einem Mangel an Schichtung auf eine plutonische Bildung oder wenigstens auf ein späteres Eindringen in das Nebengestein schliefsen [1]).

B. Schwefelsaure Magnesia und schwefelsaure Alkalien.

Die schwefelsaure Magnesia kommt als Efflorescenz [2]) aus dem Boden, zuweilen in sehr bedeutender Menge, besonders nach starken Regengüssen, wie in den Steppen *Sibirien's*, in *Andalusien*, *Catalonien*, auf dem Eiland *Milo*, in alten Bergwerken, Steinbrüchen, Höhlen u. s. w. vor. Sie findet sich auf Klüften des Thonschiefer und des Kalkstein, auf Braunkohle, in Mergel-Ablagerungen und auf Erzlagerstätten. Im Jura des Canton *Aargau* findet sie sich in Adern von oft $1/2''$ bis $1''$ Dicke in einem harten Gyps und bis zu Tiefen von mehr als 50 Fufs unter der Erdoberfläche [3]). Aufser auf Gneifs bei *Freiberg* scheint sie nicht auf krystallinischen Gesteinen angetroffen zu werden.

Hermann [4]) führt an, dafs die Mergel am Abhange des *Kaukasus*, welche in der Regel Gyps, Natron- und

[1]) Naumann (dessen Lehrbuch der Geognosie. Bd. I. S. 681) bemerkt indefs, dafs der körnige und der dichte Gyps theils deutlich geschichtet, theils völlig ungeschichtet vorkomme. Nach Lösche (Naturhistorische Zeitung Jahrgang I. S. 260) zeigen die Thongypsmassen des Salzlagers zu *Aussee* in *Steyermark* gröfstentheils deutliche Schichtung.

[2]) Vgl. Muñoz y Luna über Efflorescenz der schwefelsauren Magnesia und anderer schwefelsauren Salze in *Spanien*. Jahresb. 1854. S. 892.

[3]) P. Bolley in Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. XLV. S. 318.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. XXII. S. 348.

Magnesia-Silicate enthalten, die Bildung von schwefelsaurem Natron und Bittersalz veranlassen. Daher die Erscheinung, welche man im Sommer auf dem Wege von *Georgieff's* nach *Piätigorsk* wahrnimmt, dafs zwei Flächen ganz das Ansehen von Schneefeldern haben. Sie bilden das Bett zweier kleiner Seen, die sich in einem solchen Mergellager gebildet haben. Das Wasser, welches sich im Winter und Frühjahr in ihnen sammelt, laugt die Mergelschichten aus, verdunstet dann im Sommer und hinterläfst eine oft mehrere Zoll dicke Salzkruste aus schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Natron.

Nach Suckow [1]) soll das Ausblühen des Bittersalzes in der Umgebung von *Jena* von einer Zersetzung der kohlensauren Magnesia im Bitterspathe durch Gyps herrühren. Nach Mitscherlich [2]) soll sich wirklich eine Gypslösung durch kohlensaure Magnesia innerhalb 14 Tagen vollständig in kohlensauren Kalk und in schwefelsaure Magnesia zersetzen. Struve [3]) hält Gyps, kohlensauren Kalk, verwitterten Klingstein und verwitterten Basalt für die Hauptstoffe zur Bildung der in den Bitterwassern von *Saidschitz* und *Sedlitz* in *Böhmen* enthaltenen Salze. Nachdem das durch dieses Gemeng filtrirende Wasser Gyps aufgelöst hat, tritt zwischen diesem und den Natron- und Magnesia-Silicaten eine gegenseitige Zersetzung ein, wobei schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia und Kalksilicat entstehen. Durch Extraction des Mergel von *Saidschitz* und *Püllna* mit reinem Wasser erhielt Struve wirklich Salzlösungen, in denen die Bestandtheile nahe in demselben Verhältnisse, wie in den dortigen Bitterwassern vorhanden waren.

Von der Zersetzung des Gyps durch Natronsilicat kann man sich leicht überzeugen, wenn man zu einer Gypslösung eine Lösung von Natronsilicat setzt; denn es fällt Kalksilicat nieder, und schwefelsaures Natron tritt in die Auflösung.

Giefst man eine Gypsauflösung auf Magnesiasilicat, so bemerkt man zwar nach einigen Stunden eine geringe

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. VIII. S. 409.

[2]) Lehrb. der Chemie. II. Aufl. Bd. II. S. 144.

[3]) Ueber die Nachbildung der natürlichen Heilquellen. Bd. II. S. 55.

Zersetzung, indem sich in der Flüssigkeit, neben Kalk, Magnesia findet; aber selbst nach 14 Tagen fand ich die Zersetzung nur wenig fortgeschritten. Jedenfalls mufs in der Natur ein sehr langes Verweilen einer Gypsauflösung in einem Magnesiasilicat-Lager stattfinden, wenn vollständige Zersetzung erfolgen soll. Ueber die Bildung von Magnesia- und Kalksulphat im Dolomit durch Eisenkies s. Kap. Dolomit Bd. III.

Da in mehreren Flüssen schwefelsaure Magnesia in bedeutender Menge vorkommt (Bd. I. S. 283): so kann sich ihre Gegenwart im Boden bis zu der Tiefe, bis zu welcher die Meteorwasser dringen, nicht auf einzelne Localitäten beschränken, sondern sie mufs eine grofse Verbreitung haben; sei es dafs sie als solche schon vorhanden ist, oder durch einen der angeführten Processe erst gebildet wird. Da wir indefs nachgewiesen haben (S. 26), dafs in den vom Meere abgesetzten Formationen ein Theil der in demselben enthalten gewesenen schwefelsauren Magnesia eintrocknen mufste: so möchte dieses in Efflorescenzen und in Flufswassern vorkommende Salz gröfstentheils nur extrahirt worden sein.

Das Vorkommen des schwefelsauren Kali ist bei weitem seltener als das des schwefelsauren Natron. Neben diesem findet sich jenes manchmal in Mineralquellen, jedoch in sehr geringen Mengen. Wahrscheinlich würde man es häufiger finden, wenn man mit gröfserer Sorgfalt darauf prüfte. Auch in manchen Laven des *Vesuv*, so wie an der Kratermündung und in mehreren Efflorescenzen aus vulkanischen Massen kommt es vor.

Das schwefelsaure Natron findet sich, aufser in Quellen, im Gyps des Keuper, in Klüften von verwittertem Glimmerschiefer zu *Riedt* bei *Amstäg* in der *Schweiz*, im Thongyps und in Steinsalzlagern [1]), als Efflorescenz aus

[1]) So zu *Hall* in *Tyrol* (Kopf in Karsten's und v. Dechen's Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XV. S. 442) und im *Dürrenberge* zu *Hallein* (Schroll in v. Moll's Jahrbücher u. s. w. Heft I. S. 212). An letzterem Orte kommt es in und unmittelbar neben Steinsalz vor. Oft ist es auch in diesem eingesprengt. In der Thonmasse für sich allein, ohne mit Steinsalz gemengt, hat man es noch nie gefunden. Auch Bittersalz kommt nicht sehr selten, meist unmittelbar unter Steinsalz und schwefelsaurem Natron vor.

Mergel, aus dem Boden, wie z. B. in den *Kaspischen* und *Sibirischen Steppen*, in der Nähe gewisser Seen [1]) und Moräste in *Ungarn*, und aus vulkanischen Gesteinen, wie unter andern aus Lava des *Vesuv* von 1813.

In dem Vorhergehenden ist schon einer Regeneration dieses Salzes durch gegenseitige Zersetzung von Gyps und Natronsilicat gedacht worden. Struve [2]) erhielt, als er ein Pfund geschlämmten Klingstein, der also schon den gröfsten Theil seiner löslichen Salze verloren hatte, mit Gyps und Wasser versetzte, nach 8 Tage langem Digeriren, nahe eine Unze schwefelsaures Natron. Im Meere haben wir die Bestandtheile des schwefelsauren Natron; beim Abdampfen des Meerwassers in gewöhnlicher Temperatur scheidet es sich aber nie ab. Wenn aber Meerwasser oder Wasser eines Salzsees die Küsten überfluthet und Mineralwasser, kohlensaures Natron enthaltend, von einer andern Seite zutreten: so bildet sich durch Zersezzung des schwefelsauren Kalk und der schwefelsauren

[1]) Nach Darwin (Naturwissenschaftliche Reisen. Deutsch von Dieffenbach. Bd. I. S. 74) finden sich an den Ufern eines grofsen Salzsee's, 15 Meilen von der Stadt *El Carmen* am *Rio Negro*, unzählige grofse Gypskrystalle im Schlamm, und Krystalle von schwefelsaurem Natron liegen umher. Ebenso kommen in manchen Theilen von Südamerika, wo das Klima mäfsig trocken ist, Incrustationen von diesem Salze mit sehr geringen Mengen Kochsalz vor. Nirgends sah er sie aber so verbreitet, als in der Nähe von *Bahia Blanca*. So lange der Boden an diesen Stellen feucht ist, sieht man nichts als eine ausgedehnte Ebene schwarzen, schlammigen Bodens; trocknet er aber während heifsen Wetters aus, so erscheinen Quadratmeilen Landes mit schwefelsaurem Natron wie mit mäfsigem Schneegestöber überzogen. Die Stellen mit solchen Efflorescenzen finden sich entweder auf flachen Districten, die wenige Fufs über dem Seespiegel erhaben sind und aussehen, als wenn sie vor kurzem überschwemmt gewesen wären oder auf angeschwemmtem, an die Flüsse grenzendem Lande.

Schichten von schwefelsaurem und kohlensaurem Natron, welche Darwin an einigen Stellen, selbst mehrere Zoll dick, im nördlichen *Chili*, im Thale von *Copiapo* fand, sind wahrscheinlich Absätze aus einem Salzsee, der aus Mineralquellen gebildet worden ist, indem diese beiden Salze so häufig als gegenseitige Begleiter in ihnen vorkommen.

[2]) A. a. O. S. 52.

Magnesia des Meerwassers schwefelsaures Natron. In diesem Falle wird jedoch dieses Salz mit viel gröfseren Mengen Kochsalz, als Darwin gefunden hat, gemengt sein. Jene Bildung kann auch so erfolgen, dafs Mineralwasser, welche kohlensaures Natron enthalten, in einen Boden dringen, der mit Gyps und Bittersalz getränkt ist.

C. Barytspath.

Vorkommen. Der Barytspath ist noch nicht als ein mineralogisch bestimmbarer Gemengtheil krystallinischer Gesteine gefunden worden. Auf Gängen in den meisten krystallinischen und in vielen sedimentären Gebirgsarten kommt er aber sehr häufig vor. So im Granit, Porphyr, Gneifs, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Syenit, Diorit, Mandelstein und Serpentin, so wie im Thonschiefer, in der Steinkohlenformation, im rothen Todtliegenden, im Zechsteine, im körnigen Kalk und im Bergkalk. Sehr häufig trifft man ihn als Gangmasse in Erzgängen in eben genannten Gebirgsarten an [1]).

Füllt er allein oder doch bei weitem vorwaltend Spalten in krystallinischen Gesteinen aus, so könnte seine Bildung auf nassem Wege für einen Augenblick zweifelhaft erscheinen. Sein Vorkommen in Drusenräumen und Klüften in verschiedenen sedimentären Gesteinen, im Chalcedon, im Eisenkiesel, in Höhlungen von Sphärosiderit, im Holzstein und im Alaunstein und endlich als Versteinerungsmittel von Belemniten, Ammoniten und von Holz [2]) spricht entschieden für seine Bildung auf nassem Wege. Ebenso erklären sich die Eindrücke, welche seine Krystalle oft von Quarz und Kalkspath erlitten haben, durch eine Bildung auf nassem Wege. Auf der andern Seite zeigen die prismatischen Eindrücke in Thoneisensteinen und im festen eisenschüssigen Thone in dem untern Quader *Mähren's*, welche nach Aug. Reufs [3]) von Barytspath herrüh-

[1]) So unter andern nach Breithaupt Parag. S. 200 im Erzgebirge.

[2]) Blum Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 173.

[3]) Dritter Jahresbericht über den Werner-Verein. S. 78 u. 79.

ren, indem dieser stellenweise noch vorhanden ist, dafs er auch auf nassem Wege fortgeführt werden kann.

Für dieselbe Bildung spricht die so häufige Begleitung des Barytspath von Mineralien, wie Brauneisenstein, Eisenocher, Kalkspath u. s. w., welche nur auf nassem Wege entstanden sein können, oder von anderen, wie gediegenes Quecksilber, Arsenik, Schwefel und Zinnober, welche sich in der hohen Temperatur des angenommenen geschmolzenen Baryt verflüchtigt haben würden [1]). Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen gediegenen Silbers zu *Wittichen* in *Baden*, auf Erzgängen in Granit, in draht-, baumförmigen und schönen zackigen Gestalten, von Barytspath und anderen Gangmassen begleitet. Die gröfseren und kleineren Parthieen dieses Minerals erscheinen zum Theil festgehalten und getragen von den damit verwachsenen Silberdrähten. Diese müssen jedenfalls früher als der Barytspath vorhanden gewesen sein. Wäre aber der letztere als geschmolzene Masse später hinzugetreten, so hätte er jene Silberfäden zu einem Klumpen zusammenschmelzen müssen, da Barytspath ungleich strengflüssiger als Silber ist. Wollten die Plutonisten annehmen, beide seien im geschmolzenen Zustande in die Gangspalte getreten: so würde natürlicher Weise der strengflüssigere schwefelsaure Baryt früher als das leichtflüssigere Silber erstarrt sein. Wären auch die Silberfäden auf ähnliche Weise entstanden wie die kleinen Vegetationen bei der Erstarrung des vollkommen reinen Silbers: so würde doch nicht zu begreifen sein, wie jene dünnen Fäden den längst erstarrten Barytspath hätten tragen und damit verwachsen können. Ohne alle Schwierigkeit erklärt sich aber diese Erscheinung durch die Annahme, dafs Wassertropfen, welche schwefelsauren Baryt

[1]) Selbst der Annahme, dafs jene flüchtigen Stoffe sich erst in einer späteren Periode, nachdem der Barytspath schon erkaltet war, verflüchtigt und die von ihm leer gelassenen Räume ausgefüllt hätten, ist entgegen zu setzen, dafs doch gewifs die leichtflüssigeren und flüchtigeren Substanzen früher aus dem Innern der Erde aufgestiegen wären, als der so äufserst strengflüssige und feuerbeständige schwefelsaure Baryt.

aufgelöst enthielten, auf die früher gebildeten Silberdrähte fielen und ihn auf diesen krystallinisch absetzten.

Das einzige bis jetzt bekannt gewordene Vorkommen dichten Barytspaths als ein Lager, welches sich, obgleich von verhältnifsmäfsig geringer Mächtigkeit, $^2/_5$ Meilen weit fortzieht, verdanken wir den Untersuchungen von Dechen's [1]). Es findet sich bei *Meggen* an der *Lenne*. Sein Liegendes ist Thonschiefer, sein Hangendes gleichfalls; auf ihm liegt Kalkstein. Niemand wird der Ansicht von Dechen's widersprechen, dafs dieses Barytspathlager ebenso wie das Kalksteinlager (mithin auf nassem Wege) gebildet worden ist, ob als mechanisches oder als chemisches Sediment, müssen wir dahin gestellt lassen [2]).

Von den Barytspathen, welche schwefelsauren Strontian und schwefelsauren Kalk enthalten s. unten beim Cölestin.

Als Bindemittel kommt der schwefelsaure Baryt ziemlich häufig vor: so in dem sogenannten Arkose an den Granitabhängen des *Morvan*, wo er die zerfallenen und verwitterten Gemengtheile des Granit cementirt hat [3]). In den tertiären Formationen in der Gegend von *Kreuznach* finden sich sehr viele kugelförmige Knollen von 3 Linien bis 5 Zoll Durchmesser, in denen theils schwefelsaurer Baryt, theils sandige und thonige durch denselben cementirte Massen sich finden. An einer Stelle sind die Knollen zu ganzen Schollen zusammengebacken, an einer anderen bilden sie eine 10 Fufs dicke Schicht, deren Zwischenräume mit kleinen Porphyrbrocken und Sand erfüllt sind. Auch im Innern der Knollen trifft man losen Sand, manchmal auch eine aus reinem schwefelsauren Baryt bestehende tertiäre Muschel oder Stücke versteinerten Holzes an [4]). Aehnliche kugelförmige Bildungen finden sich auch in Mergelschichten des tertiären Gebirges zu *Bologna*, im

[1]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 748.

[2]) Im Meerwasser ist Barytspath nachgewiesen worden (Bd. I. S. 453).

[3]) Kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie von v. Beust. 1840. S. 6.

[4]) Nöggerath und Dellmann in den Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preufs. Rheinlande. 1846. S. 63 und 1847. S. 66.

Alluvialthon bei *Menkersdorf* unweit *Leipzig* u. s. w. Bei *Münzenberg* in der *Wetterau* kommt ein tertiärer Sandstein vor, dessen Bindemittel gleichfalls schwefelsaurer Baryt ist [1]).

Reufs [2]) beschreibt Barytspath in Klüften der untersten Schichten des Plänerkalk *Böhmen's,* wo dieser auf dem Falsitporphyr liegt, oder Spalten desselben ausfüllt. Dieser Barytspath ist hornstein- oder sandsteinartig. Bei *Tetschen* bildet er Drusen und es sind ihm so viele Sandkörner beigemengt, dafs sie nicht nur die Oberfläche der Krystalle überall rauh machen, sondern auch ihre Substanz ganz durchdringen. Jede Bruch- oder Theilungsfläche ist mit diesen Sandkörnern dicht bedeckt, und nur in ihren Zwischenräumen erkennt man den Barytspath. Diese Krystalle sind demnach ein vollständiges Analogon der bekannten Kalkspathkrystalle von *Fontainebleau,* des sogenannten krystallisirten Sandsteins.

Wer kann bei solchem Vorkommen noch entfernt an eine plutonische Bildung des schwefelsauren Baryt denken? — Er kann nur in wässriger Lösung gegeben gewesen sein. Dies zeigt auch die Tendenz zur Krystallisation, welche manche jener Knollen von *Kreuznach* auf der Oberfläche zeigen, und die Krystalle von schwefelsaurem Baryt in jenem Sandsteine bei *Münzenberg.* Kalkspath, Bitterspath, Eisenspath, kohlensaures Bleioxyd, Quarz, Chalcedon, Eisenoxyd, Nadeleisenerz, Brauneisenstein, Eisenkies, Strahlkies, Psilomelan, Speckstein und Flufsspath kommen in Formen von Barytspath vor. Diese Mineralien haben daher den schwefelsauren Baryt verdrängt und dieser kann nur durch wässerige Flüssigkeiten fortgeführt worden sein. Jene vier kohlensaure Salze sind entschieden leichtlöslicher im Wasser als schwefelsaurer Baryt; auch vom Quarz und Chalcedon ist dies anzunehmen, wenn man, und gewifs mit Recht, voraussetzt, dafs die Kieselsäure in ihrer löslichen Modification den schwefelsauren Baryt verdrängt hat. Dies widerspricht aber dem Gesetze, dafs die verdrängende Substanz schwerlös-

[1]) Nach gefälliger Mittheilung von meinem Freunde Blum.

[2]) Lotos Zeitschr. für Naturwissenschaft. Jahrg. III. S. 72.

licher als die verdrängte ist: ein Gesetz, welches sich in den Fällen, wo die Löslichkeit beider Substanzen ermittelt werden kann, als gültig erwiesen hat. Man möchte daher vermuthen, dafs bei jenen Verdrängungs-Pseudomorphosen der schwefelsaure Baryt nicht als solcher, sondern nach vorhergegangener Zersetzung durch in den Gewässern gelöste Substanzen, wodurch er in löslichere Verbindungen umgewandelt wurde, verdrängt worden sei. In Betreff des Eisenoxyd, Brauneisenstein, Psilomelan und Speckstein ist nicht zu bestimmen, ob sie schwer- oder leichtlöslicher als der schwefelsaure Baryt sind. Ob endlich die Pseudomorphosen des Eisenkies und Strahlkies in Formen von Barytspath durch Verdrängung oder vielmehr durch Umwandlung entstanden sind, ist nicht zu entscheiden. Es ist wenigstens denkbar, dafs der schwefelsaure Baryt durch organische Substanzen in den Gewässern in Schwefelbaryum umgewandelt wurde, welches das in denselben Gewässern aufgelöste kohlensaure Eisenoxydul in Schwefeleisen zersetzt habe. Auch die von Breithaupt[1]) als eine Seltenheit angeführte Pseudomorphose des kohlensauren Baryt in Formen von schwefelsaurem Baryt scheint durch Umwandlung und nicht durch Verdrängung entstanden zu sein, sei es dafs auch in diesem Falle der schwefelsaure Baryt durch organische Substanzen in Schwefelbaryum umgewandelt und dieses durch Kohlensäure oder kohlensaure Alkalien in kohlensauren Baryt zersetzt wurde, oder dafs, wie wir weiter unten sehen werden, mäfsig warme, kohlensaure Alkalien haltende Gewässer die Zersetzung bewirkt haben.

Bis jetzt hat man nur eine einzige Verdrängungspseudomorphose durch Barytspath, nämlich Barytspath nach Kalkspath[2]) gefunden.

Die Belemniten und Ammoniten, welche durch schwefelsauren Baryt versteinert vorkommen, könnte man indefs auch als Verdrängungspseudomorphosen in Formen dieser organischen Körper betrachten.

Nicht den mindesten Zweifel an einer Bildung auf

[1]) Die Paragenesis der Mineralien. S. 202.

[2]) Jahresber. 1855. S. 978.

nassem Wege läfst der von W. Niccol[1]) gefundene Barytspathkrystall, worin bedeutende, mit einer Flüssigkeit erfüllte Höhlungen waren, übrig. Als eine Fläche dieses Krystalls auf einem trocknen Steine so weit abgeschliffen wurde, bis sich eine der gröfseren Höhlungen öffnete, flofs die Flüssigkeit aus und bildete auf dem Steine mehrere Tropfen. Nach 24 Stunden hatte sich jeder Tropfen in einen Krystall von schwefelsaurem Baryt verwandelt. Das Zeugnifs Brewster's reicht hin, diese Erscheinung nicht zu bezweifeln.

Wenn man bei unbefangener Würdigung aller Verhältnisse des Vorkommens des Barytspath keinen Augenblick anstehen kann, seine Bildung auf nassem Wege anzunehmen: so sind es nicht minder seine chemischen Eigenschaften, welche zu demselben Schlusse führen.

Im Sefström'schen Ofen, in welchem ich mit Coaks, und bei Anwendung heifsen Windes, die meisten krystallinischen Gesteine zum vollkommenen Flufs gebracht habe, schmolz der schwefelsaure Baryt nur in Berührung mit dem Tiegel, im Innern war er dagegen kaum zusammen gesintert[2]).

Finden wir mächtige Gänge mit Barytspath erfüllt, so mag die Erklärung für den ersten Augenblick zulässig erscheinen, dafs er im geschmolzenen Zustande aufgestiegen sei. Schwieriger wird sie, wenn wir dünne Spalten, wie z. B. auf einem nur 8 Zoll mächtigen Gange im Serpentin in der Gegend von *Waldheim* in *Sachsen* damit erfüllt sehen; denn mag man die Temperatur einer solchen geschmolzenen Masse auch noch so hoch annehmen: so müfsten doch die kalten Seitenwände sie sehr bald, und ehe sie bis zu einer einigermafsen beträchtlichen Höhe aufgestiegen wäre, zum Erstarren gebracht haben. Welche Gebirgsarten sind es aber, die noch strengflüssiger wie Barytspath sind, und die mithin der grofsen Hitze in seinem geschmolzenen Zustande hätten widerstehen können? — Würden wir nicht, wenn der Barytspath als geschmolzene Masse aufgestiegen wäre, ihn mit dem Nebengesteine,

[1]) Nach Brewster in Berzelius Jahresber. Jahrg. VII. S. 197.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LX. S. 291.

wo er in unmittelbarem Contact mit demselben ist, zusammengeschmolzen finden?

G. Leonhard[1]) suchte mit besonderer Hartnäckigkeit die Ansicht zu vertheidigen, dafs die Barytspathgänge, welche bei *Schriesheim* im Porphyr (auch im Granit) aufsetzen, und von welchen der im *Schleichwalde* der bedeutendste ist, indem er eine Mächtigkeit von 8 bis 10 Fufs hat, als geschmolzene Massen aus der Tiefe aufgestiegen seien.

Durch eigene Untersuchung der dortigen Verhältnisse habe ich aber gefunden, dafs seine Gründe ganz gehaltlos sind und vor einer strengen Kritik durchaus nicht bestehen können (I. Aufl. Bd. I. S. 603 ff.).

In dem Wasser eines, eine Strecke weit nach diesem Gange hingetriebenen Stollen habe ich keine Spur von schwefelsauren Salzen gefunden. Da dieser Stollen einen Theil der durch die Spalten und Klüfte des Granit filtrirenden Gewässer aufnimmt: so kann dieses Gestein keine schwefelsauren Alkalien enthalten, von welchen wir die Bildung von Barytspath ableiten könnten. Entweder sind nun jene Salze schon vollständig ausgelaugt worden, oder sie waren überhaupt nicht vorhanden, und haben also auch nicht zur Bildung des schwefelsauren Baryt beitragen können. In zwei Proben Granit aus der Nähe dieses Ganges fand ich zwar schwache aber sehr merkliche Spuren von Baryt. Dieser Baryt konnte aber nicht als Sulphat vorhanden gewesen sein; denn als der Granit mit kohlensaurem Kali aufgeschlossen worden war, konnte ich in der von der Kieselsäure abfiltrirten Flüssigkeit auch nicht eine Spur von schwefelsaurem Kali finden. Es bleibt daher keine andere Annahme übrig, als dafs die Baryterde als Silicat und wahrscheinlich als ein Bestandtheil des Feldspath im Granit vorhanden war.

Vergebens habe ich mich bemüht, in dem weiter unten angeführten Mandelstein von *Idar*, so wie in mehreren Kalkspathen aus Gängen und Drusenräumen in basaltischen Gesteinen, worin sich mehr oder weniger merkliche Spuren von Strontian zeigten, Baryt aufzufinden[2]).

[1]) Beiträge zur Geologie der Gegend um *Heidelberg*. 1844. S. 32 ff.

[2]) Geringe Spuren von Baryt in Gesteinen nachzuweisen hat seine

Ob schwefelsaurer Baryt in krystallinischen Gesteinen, wenn dieselben plutonische Bildungen sein sollten, als solcher gedacht werden kann, suchte ich dadurch zu ermitteln, dafs ich 100 Gran fein geschlämmten Feldspathporphyr mit 10 Gran präcipitirtem schwefelsauren Baryt mengte und das Gemeng im Platintiegel einem starken einstündigen Gebläsefeuer aussetzte. Ich erhielt eine glasige Masse, welche fein zerrieben, mit heifsem Wasser ausgelaugt, eine Flüssigkeit gab, die von Chlorbaryum

besondere Schwierigkeiten. Hält das kohlensaure Alkali, womit man ein Mineral aufschliefst, nur eine Spur eines schwefelsauren Alkali, so wird sich bei nachheriger Behandlung mit Salzsäure schwefelsaurer Baryt niederschlagen, sofern diese Erde gegenwärtig ist. Dieser schwefelsaure Baryt kann dann entweder für unzersetztes Mineral oder für Kieselsäure genommen werden. Ist nur eine Spur von Baryt vorhanden, so kann leicht die ganze Menge desselben durch jenes schwefelsaure Alkali verschlungen werden. Auch geringe Mengen schwefelsaurer Salze, welche Gewässer, womit die Mineralien in Berührung gekommen waren, zurückgelassen haben, können solche Täuschungen verursachen. Daher ist jedes Gestein, welches auf Baryt geprüft werden soll, vorher mit Wasser auszulaugen. Wird ein Mineral mit kohlensaurem Baryt aufgeschlossen, so kann, wie sich von selbst versteht, die Gegenwart des Baryt gar nicht erkannt werden. Selbst beim Aufschliefsen mit Flufssäure kann diese Erde dem Chemiker leicht entgehen, wenn er, wie gewöhnlich, während des Abdampfens zur Verflüchtigung des Kieselfluorgases, Schwefelsäure zusetzt, indem dann schwefelsaurer Baryt zurückbleibt, der sich im schwefelsauren Kalk verhüllt, sofern diese Erde gegenwärtig ist. Den zahlreichen, selbst von den geschicktesten Chemikern unternommenen Analysen von Mineralien und Gesteinen können daher leicht Spuren von Baryt entgangen sein.

Nach Fresenius betragen im Krähnchen von *Ems* der kohlensaure Baryt und kohlensaure Strontian $\frac{1}{931}$ von kohlensaurem Kalk. Unter der Voraussetzung, dafs jene beiden Carbonate zu gleichen Gewichtstheilen vorhanden seien, würde der kohlensaure Baryt $\frac{1}{1862}$ vom kohlensauren Kalk betragen. Sollte nun in einem Feldspath, etwa im Orthoklas, dessen Kalk höchstens 3 % ausmacht, beide Erden in demselben Verhältnisse wie in jenem Mineralwasser enthalten sein: so würde die Baryterde in einem solchen Orthoklas 0,0016 % betragen. Dafs eine so geringe Menge jedem Chemiker, der nicht seine besondere Aufmerksamkeit darauf richtet, und nicht viel gröfsere Quantitäten vom Mineral zur Analyse anwendet, wie gewöhnlich, entgehen würde, ist von selbst klar.

nicht im mindesten getrübt wurde. Es war also auch nicht eine Spur von schwefelsaurem Baryt zersetzt und kein schwefelsaures Alkali gebildet worden. Nach diesem Versuche ist es sehr wahrscheinlich, dafs Barytspath in der geschmolzenen Masse einer krystallinischen Gebirgsart ohne Zersetzung existiren könnte.

Folgende Versuche wurden angestellt, um das Verhalten des schwefelsauren und kieselsauren Baryt zu anderen im Mineralreiche vorkommenden Salzen zu ermitteln. Kieselsaurer Baryt, der bis jetzt wenig untersucht worden, wurde durch Zersetzung einer wässrigen Auflösung von kieselsaurem Natron mittelst überschüssig zugesetztem Chlorbaryum dargestellt, und der niedergeschlagene kieselsaure Baryt so lange ausgewaschen, als salpetersaures Silberoxyd noch das Abwaschewasser trübte. Dieser kieselsaure Baryt löst sich in 20000 bis 27590 Th. kalten Wassers auf[1]). In siedendem Wasser ist er viel auflöslicher, indem er davon nur 1000 Th. nöthig hat. Nach der Analyse besteht er aus 1 At. Baryt, 5 At. Kieselsäure und 3 At. Wasser.

Eine kalte Auflösung dieses kieselsauren Baryt wird von schwefelsauren Alkalien, von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurer Magnesia zersetzt, indem sich schwefelsaurer Baryt niederschlägt und ein Silicat entsteht, welches, wie die beiden alkalischen Silicate, in Auflösung bleibt, oder, wie die beiden erdigen mit dem schwefelsauren Baryt niederfällt[2]).

[1]) Bemerkenswerth ist die aufserordentlich lockere Beschaffenheit des kieselsauren Baryt, der sich aus seiner wässrigen Auflösung durch Abdampfen abscheidet. Durch den geringsten Hauch wird er fortgeführt. Er ist noch viel lockerer als die Kieselsäure, welche sich aus der Kieselfluorwasserstoffsäure im Wasser abscheidet.

[2]) Schwefelsaurer Strontian in wässriger Lösung zur Lösung des kieselsauren Baryt gesetzt, gab keine Trübung. Dafs diese beiden Salze sich nicht zersetzen sollten, ist nicht zu vermuthen; denn leichtlösliche Barytsalze, wie Chlorbaryum, bringen in einer Lösung von schwefelsaurem Strontian eine sehr merkliche Trübung hervor. Dieses Salz fordert 3600 Th. Wasser zu seiner Lösung; da nun kieselsaurer Baryt 20000 Th. Wasser zu seiner Lösung nöthig hat: so bringen beide Lösungen 23600 Th. Wasser auf 2 Th. dieser Salze zusammen

Die Löslichkeit des kieselsauren und die Unlöslichkeit des schwefelsauren Baryt sind es, wefshalb jener durch alle löslichen schwefelsauren Salze zersetzt wird. Mit gutem Grunde können wir annehmen, dafs jene Löslichkeit eine von den Ursachen ist, warum sich im Mineralreiche kein einfaches Barytsilicat findet, welches man doch erwarten sollte, da die beiden anderen alkalischen Erden, Kalk und Magnesia sowohl als einfache wie als zusammengesetzte Silicate, so sehr verbreitet im Mineralreiche vorkommen. Sie kann indefs nicht die alleinige Ursache sein, da andere lösliche Salze, wie z. B. Gyps, im Mineralreiche angetroffen werden. Wir müssen vielmehr vermuthen, dafs das häufige Vorkommen der schwefelsauren Salze in Quellen es ist, welche das Bestehen eines Barytsilicats unmöglich macht. Käme nämlich in irgend einem Gesteine dieses Silicat vor, so würden die Gewässer es auslaugen, und käme diese Auflösung mit irgend einem löslichen schwefelsauren Salze in Berührung: so würde sich sogleich schwefelsaurer Baryt bilden. Eben daraus folgt, dafs in einem Gesteine Barytsilicat und ein schwefelsaures Alkali nicht neben einander bestehen, sondern nur schwefelsaurer Baryt und kieselsaures Alkali vorhanden sein können. Es ist daher ein sicheres Zeichen von der Abwesenheit des kieselsauren Baryt in einem Gesteine, wenn die aus demselben kommenden Quellen schwefelsaure Salze enthalten. Nur in denjenigen Gesteinen, welche ganz frei von diesen Salzen sind, kann man möglicher Weise Barytsilicat finden.

Bei einer solchen Verdünnung müfste sich aber noch eine merkliche Trübung zeigen, da 1 Th. Chlorbaryum in 20000 Th. Wasser aufgelöst, noch nach einiger Zeit durch Schwefelsäure trübe wird.

Sehr auffallend ist es, dafs eine kalte Auflösung des kieselsauren Baryt von kohlensaurem Kali oder kohlensaurem Natron, aber nicht von kohlensaurem Ammoniak, so stark getrübt wird, dafs bald ein weifser flockiger Niederschlag entsteht. Da der kohlensaure Baryt, welcher dadurch entsteht, in 4300 Th. kalten Wassers löslich ist, 20000 Th. aber vorhanden sind: so scheint es, dafs sich unter diesen Umständen irgend ein schwerlösliches Doppelsalz bildet, welches in chemischer Beziehung eine nähere Untersuchung wünschenswerth macht.

Da sich in dem Wasser aus jenem verlassenen Stollen nicht eine Spur von schwefelsauren Salzen fand: so kann der Granit selbst eben so wenig davon enthalten. Daher tritt von dieser Seite kein Hindernifs unserer Vermuthung entgegen, dafs die in diesem Granit gefundene Baryterde als Silicat vorhanden sei.

Zusammengesetzte Barytsilicate, Barytharmotom, Brewsterit, die einzigen, welche wir kennen, kommen nur sehr selten und vorzugsweise in Drusenräumen und Klüften krystallinischer Gesteine vor. Es entsteht nun die Frage, in welcher Verbindung die Baryterde in den basaltischen und ähnlichen krystallinischen Gesteinen, in deren Drusenräumen sich Barytharmotom findet, enthalten sein mag? Die Vermuthung liegt am nächsten, dafs dieses Mineral, ein Doppelsilicat von Baryt- und Thonerde, auch als solches, aber ohne Hydratwasser, in jenen Gesteinen vorkomme und erst während seiner Auflösung in Gewässern zu einem wasserhaltigen Silicate werde. Die Analogie spricht für diese Vermuthung; denn der Labrador ist wahrscheinlich das Material, aus welchem die meisten Zeolithe entstehen. Man kann sich ohne Schwierigkeit eine Umwandlung des Labrador in Skolezit und Natrolith denken, wenn er 5 Atome Wasser aufnimmt. Sollte es daher einen Labrador geben, in welchem der Kalk ganz oder theilweise durch Baryt vertreten wäre: so könnte mit gleicher Wahrscheinlichkeit gedacht werden, dafs aus einem solchen Barytlabrador, durch Aufnahme von Wasser, Barytharmotom und ein natronhaltiger Zeolith entstände [1]). Es käme nur darauf an, einen solchen Labrador aufzufinden. Aufser den Grenzen der Wahrscheinlichkeit liegt es übrigens nicht einmal, dafs unter den vielen analysirten Labradoren der

[1]) Im Barytharmotom sind 3 At. Baryterde und 4 At. Thonerde enthalten, im Labrador 3 At. Kalkerde und 4 At. Thonerde. Die Basen sind also, wenn sich Baryterde und Kalkerde gegenseitig vertreten, in beiden Mineralien in gleichen Verhältnissen vorhanden. Sollte es daher einen Baryt-Labrador von der Zusammensetzung des Kalk-Labrador geben, so wäre nur die Aufnahme von 18 At. Wasser und von 2 At. Kieselsäure nöthig, um Barytharmotom zu erhalten; denn der letztere enthält 10, während der Labrador nur 8 At. Kieselsäure enthält.

eine oder der andere, neben Kalk, Spuren von Baryt enthalten haben könne, und dafs diese Spuren den Chemikern entgangen seien. Es ist dies um so wahrscheinlicher, da der Brewsterit neben Kalk, Baryt und Strontian enthält.

Der Chemiker stellt die Baryterde und alle seine Verbindungen durch verschiedene Zersetzungen des schwefelsauren Baryt dar. Einige dieser Zersetzungsprocesse können als möglich im Mineralreiche gedacht werden. Der schwefelsaure Baryt kann durch Silicate nicht zersetzt werden, umgekehrt wird aber kieselsaurer Baryt durch alle löslichen schwefelsauren Salze zerlegt. Defshalb hat es sehr wenig Wahrscheinlichkeit, dafs die Natur sich des schwefelsauren Baryt bediene, um daraus Silicate, Barytharmotom und Brewsterit, so wie barythaltige Manganerze darzustellen. Auch diese Betrachtungen führen zu der sehr wahrscheinlichen Vermuthung, dafs im Mineralreiche Barytsilicate existiren, woraus sich, wie vorhin gezeigt worden, nicht blos jene wasserhaltigen Silicate, sondern auch die barythaltigen Manganerze bilden.

Diese in der ersten Auflage (Bd. I. S. 617) ausgesprochene Vermuthung scheint durch neuere Untersuchungen von Max. Mitscherlich[1]) bestätigt worden zu sein. Derselbe fand im Feldspath von *Hohenfels* in der *Eifel* 1,37 %; in dem von *Rieden* 2,33 %; in dem von *Kempenich* 0,79 %; in dem von *Rockeskyll* 1,37 % und im *Adular* vom *Gotthardt* 0,45% Baryterde. Er bemerkt, dafs er diese Resultate nicht ohne Bedenken mittheilt, da die Feldspathe bereits von so bedeutenden Chemikern untersucht seien, obgleich er die angewandten Reagentien, namentlich die zuweilen durch Baryterde verunreinigte Salzsäure auf das Sorgfältigste geprüft hat.

Selbstredend kann diese Baryterde nur mit Kieselsäure verbunden gedacht werden.

Da der kohlensaure Baryt durch schwefelsaure Alkalien und durch schwefelsaure Magnesia u. s. w. in gewöhnlicher Temperatur zersetzt wird: so kann auch im Mineralreiche, da jene schwefelsauren Salze so häufig in Gewässern vorkommen, eine solche Zersetzung stattgefun-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. CXI. S. 351.

den haben und noch stattfinden. Denkt man sich, dafs solche Gewässer mit anderen zusammentreffen, welche kohlensauren Baryt aufgelöst enthalten: so bildet sich schwefelsaurer Baryt, wie man deutlich sieht, wenn zu Wasser, welches über kohlensaurem Baryt gestanden hatte, eine Lösung eines schwefelsauren Salzes gesetzt wird. Die Bildung des Barytcarbonat durch Zersetzung eines Barytsilicat, mittelst kohlensaurer Gewässer, ist unter der Voraussetzung, dafs jenes in Gesteinen vorhanden ist, leicht zu begreifen: es ist derselbe Procefs, wie bei der Umwandlung der Silicate der übrigen alkalischen Erden und der Alkalien in Carbonate.

Haidinger[1]) führt an, dafs der kohlensaure Baryt zu *Alston-Moor* im Bergkalke in allen Stufen der Umwandlung zu schwefelsaurem Baryt angetroffen wird. Diese Veränderung geht von der Oberfläche aus: es bildet sich ein Ueberzug, der mehr oder weniger dick ist und aus lauter sehr kleinen Krystallen von Barytspath besteht[2]). Blum[3]) bemerkt, dafs oft noch ein Kern der früheren Substanz vorhanden ist, oder sich Höhlungen zeigen, aus welchen der kohlensaure Baryt verschwand, ohne von schwefelsaurem Baryt ersetzt worden zu sein. Er sah sogar kleine Krystalle, die ganz hohl waren, und zwei oder drei Rinden unter einander, welche durch einen feinen hohlen Raum geschieden waren. Hätte diese Veränderung in einer reinen Umwandlung des kohlensauren Baryt in schwefelsauren Baryt bestanden, ohne dafs von jenem etwas weggeführt worden wäre: so würde das Volumen in dem Verhältnisse zugenommen haben. In diesem Falle

1) Poggendorff's Ann. Bd. XI. S. 376.

2) Diese Umwandlungen zeigen sich meist an den Stellen der Gänge, welche näher am Tage liegen. Man hat selbst bei *Anglesark* in *Lancashire* die Beobachtung gemacht, dafs in den Gängen, welche Schichten von Sandstein, Schiefer und Kohle durchbrechen, und hier besonders Bleiglanz, etwas Zinkerze, Barytspath und Witherit führen, der kohlensaure Baryt mehr in der Teufe, der schwefelsaure dagegen am Tage vorkommt. W. Phillips Mineralogy 1823. p. 133. Dies deutet darauf, dafs die Gewässer, welche diese Umwandlungen bewirkten, von oben nach unten geflossen sind.

3) A. a. O. S. 45.

wären aber die Höhlungen in den veränderten Krystallen nicht zu begreifen. Da indefs der kohlensaure Baryt in Wasser ziemlich auflöslich ist: so haben die Gewässer, welche diese Umwandlung bewirkt haben, einen Theil des kohlensauren Baryt fortgeführt.

Es lag nahe, zu vermuthen, welche Bestandtheile in den mit dem Witherit in Berührung gekommenen Gewässern diese Umwandlung herbeigeführt haben. Man konnte erwarten, dafs schwefelsaurer Kalk, im Wasser aufgelöst, den kohlensauren Baryt in schwefelsauren Baryt umwandeln und sich gleichzeitig kohlensaurer Kalk bilden würde. Um dies zu prüfen, gofs ich auf 100 Gran künstlich dargestellten kohlensauren Baryt 9292 Gran einer Gyps-Auflösung und liefs die Flüssigkeit vier Tage stehen. Da diese Auflösung gesättigt war: so enthielt sie 20 Gr. schwefelsauren Kalk. Hierauf filtrirte ich und wusch die auf dem Filter gesammelte Masse sorgfältigst aus. Als der Rückstand mit Salzsäure übergossen wurde, löste sich nur ein Theil davon mit Aufbrausen auf. Das Unauflösliche auf dem Filter gesammelt, wog 15,41 Gr. und war schwefelsaurer Baryt, der sich durch gegenseitige Zersetzung von schwefelsaurem Kalk und kohlensaurem Baryt gebildet hatte. Die salzsaure Auflösung mit Schwefelsäure versetzt, gab 97,79 Gr. schwefelsauren Baryt. Jene 15,41 Gr. schwefelsaurer Baryt forderten zu ihrer Bildung 9,06 Gr. schwefelsauren Kalk, und 13,034 Gr. kohlensauren Baryt, wobei gleichzeitig 6,684 Gr. kohlensaurer Kalk entstehen mufsten. Der schwefelsaure Kalk, welcher zersetzt wurde, betrug also kaum die Hälfte der in der Auflösung vorhanden gewesenen Menge. Oxalsaures Ammoniak gab auch in der abfiltrirten Flüssigkeit, welche den Rest des schwefelsauren Kalk enthielt, eine sehr merkliche Trübung. Die 97,79 Gr. schwefelsaurer Baryt entsprechen 82,717 Gr. kohlensaurem Baryt. Addirt man hierzu jene 13,034 Gr. kohlensauren Baryt, so erhält man 95,751 Gr., welche, von der ganzen angewandten Menge = 100 Gr. abgezogen, 4,249 Gr. übrig lassen. Diese Quantität kohlensauren Baryts ist vom Wasser der Gypsauflösung und vom Abwaschewasser aufgelöst worden. Da 4300 Th. kaltes Wasser 1 Th. kohlensauren Baryt auflösen, so hatte

das Wasser der Gypsauflösung, 2,156 Gr. kohlensauren Baryt und das Abwaschewasser 2,093 Gr. aufgelöst.

Es wurden also angewandt:

100 Gran		hohlensaurer Baryt
20	„	schwefelsaurer Kalk
Sa. 120 Gran		

Nach der Zersetzung fanden sich:

Schwefelsaurer Baryt	15,41	Gran
Unzersetzter kohlensaurer Baryt	82,717	„
In der abfiltrirten Flüssigkeit waren noch enthalten schwefelsaurer Kalk	10,94	„
Das Wasser löste vom kohlensauren Baryt auf . . .	4,249	„
An kohlensaurem Kalk wurde gebildet	6,684	„
Sa.	120,000	Gran

Schliefst man aus diesen Resultaten auf die Vorgänge in der Natur: so ist mit der gröfsten Wahrscheinlichheit anzunehmen, dafs die von Haidinger und Blum beschriebene Umwandlung des kohlensauren Baryt in schwefelsauren auf ähnliche Weise erfolgt sei.

Flossen gypshaltige Wasser während einer langen Periode über Witherit: so bildeten sich schwefelsaurer Baryt und kohlensaurer Kalk, welche die Stelle des zersetzten kohlenksauren Baryt einnahmen. Die Wasser, welche Gyps zuführten, lösten einen Theil des Witherit auf und führten ihn fort. Diese Wasser-Circulation erfolgte gewifs ebenso langsam, wie bei der Stalactitenbildung in Kalkhöhlen, ja wahrscheinlich, wenn die Mineralien, welche eine Umbildung erleiden, in Drusenräumen eingeschlossen waren, noch langsamer, so dafs zwischen je zwei fallenden Tropfen ein Zeitraum von mehreren Stunden, selbst Tagen, verfliefsen konnte. In diesem Falle hatten die lange Zeit verweilenden Wassertropfen Gelegenheit, diejenigen ihrer aufgelösten Bestandtheile, welche einen Antheil an dem Umwandlungsprocesse nahmen, vollständig abzusetzen, und dagegen sich mit neuen Stoffen zu beladen.

Nehmen wir an, die Gypslösung, welche den Witherit in Barytspath umwandelte, sei eine gesättigte gewesen: so enthielt sie $\frac{1}{461}$ Gyps. Wenn nicht, wie im obigen Versuche, nur ein Theil dieses Salzes, sondern die

ganze Menge desselben zur Zersetzung des kohlensauren Baryt verwandt wurde, was wohl der Fall sein mochte, sofern die Wasser lange Zeit mit dem Witherit in Berührung blieben: so sättigten sie sich mit diesem Salze und nahmen davon $\frac{1}{4300}$ auf. Kam z. B. 1 Th. Witherit nach und nach mit so viel Gypsauflösung in Berührung, dafs er vollständig zersetzt werden konnte: so waren dazu 0,695 Th. schwefelsaurer Kalk erforderlich, welche in 321 Th. Wasser aufgelöst waren. Diese Menge Wassers löste aber 0,0745 Th. kohlensauren Baryt auf und führten ihn, ohne dafs er zur Zersetzung kam, fort. Man hat daher zu bestimmen, wie viel von dem Witherit zersetzt und wie viel aufgelöst und fortgeführt wurde.

Ist x die Quantität Wassers, welche den zur Zersetzung des Witherit erforderlichen Gyps zuführt und eine entsprechende Menge von ersterem auflöst und fortführt: so ist $\frac{x}{4300}$ die Menge dieses aufgelösten und $1 - \frac{x}{4300}$ die des zersetzten Witherit. Die zu dieser Zersetzung erforderliche Quantität Gyps ist

$$0{,}695\left(1 - \frac{x}{4300}\right) = 0{,}695 - \frac{0{,}695\,x}{4300}.$$

Da sich nun 1 Th. Gyps in 461 Th. Wasser auflöst: so lösen sich $0{,}695 - \frac{0{,}695\,x}{4300}$ Gyps in $\left(0{,}695 - \frac{0{,}695\,x}{4300}\right)$ 461 Th. Wasser auf. Man hat daher die Gleichung

$$\left(0{,}695 - \frac{0{,}695\,x}{4300}\right) 461 = x.$$

Es ist also x = 298, die zur Zersetzung erforderliche Menge Gyps $= \frac{298}{461}$ Th. = 0,646 Th. und der Witherit, welcher aufgelöst und fortgeführt würde, $\frac{298}{4300}$ Th. = 0,069 Th. Endlich liefern 0,646 Th. Gyps und 1 Th. Witherit durch gegenseitige Zersetzung 0,477 Th. Kalkspath und 1,099 Th. Barytspath.

Man hat daher:

vor der Zersetzung	nach der Zersetzung	
1 Th. Witherit	Barytspath	1,099 Th.
0,646 „ Gyps	Kalkspath	0,477 „
	Unzersetzten Witherit, der durch Wasser fortgeführt wird . . .	0,069 „
Sa. 1,646 Th.	Sa.	1,645 Th.

War aber die Gypsauflösung, welche mit dem Witherit in Berührung kam, keine gesättigte, sondern eine sehr verdünnte: so nahm die Menge des Witherit, welche vom Wasser aufgelöst und fortgeführt wurde, zu, und die des zersetzt werdenden ab. Sollte sogar die Gypsauflösung freie Kohlensäure enthalten haben: so wurde die Auflösungsfähigkeit des Wassers auf kohlensauren Baryt vermehrt und eine noch gröfsere Menge davon aufgelöst und weggeführt.

Der Umstand, dafs Haidinger viele Höhlungen der Barytspath-Krystalle mit braunen Kalkspath-Krystallen ausgefüllt fand, macht es sehr wahrscheinlich, dafs die Umwandlung des Witherit in Barytspath wirklich durch Gewässer, welche schwefelsauren Kalk in Auflösung hielten, erfolgt sei. Die braune Färbung der Kalkspath-Krystalle deutet auf einen Eisengehalt der Gypsauflösung, und da das Eisen in Gewässern meist im kohlensauren Zustande vorkommt, so spricht auch dies für die Gegenwart freier Kohlensäure. Endlich ist noch zu berücksichtigen, dafs es von der Zeit abhängt, innerhalb welcher eine Gypsauflösung mit dem Witherit in Berührung bleibt, und ob die ganze Menge des aufgelösten Gyps zur Zersetzung kommt oder nicht. Die Zersetzung des Witherit durch Gyps ist ein Procefs, der, wie alle Zersetzungen eines sehr schwerlöslichen Körpers, nicht augenblicklich erfolgt, sondern Zeit fordert. Obiger Versuch zeigte dies auch. Tropft daher in der Natur die Gypsauflösung schneller auf den Witherit, als die Zersetzung erfolgen kann, und fliefst die Flüssigkeit ebenso schnell wieder ab, als sie zufliefst: so wird eine gröfsere oder geringere Quantität des Gyps unzersetzt fortgeführt. Nimmt gleichzeitig die Flüssigkeit kohlensauren Baryt auf: so erfolgt die Zersetzung dessel-

ben durch den Gyps zum Theil erst dann, wenn die Flüssigkeit schon den Ort, wo sie mit dem Witherit in Berührung gekommen war, verlassen hat. Ein solches Verhalten zeigte sich auch in jenem Versuche; denn als die Gypsauflösung nach vier Tagen vom Rückstande abfiltrirt wurde, lief das Filtrat ganz wasserklar durch. Nach 24 Stunden trübte es sich aber, indem sich auf der Oberfläche ein Rahm bildete, der nach und nach zu Boden fiel und der Bildung eines neuen Rahms Platz machte. Dieser Rahm bestand gröſstentheils aus kohlensaurem Kalk mit sehr geringer Beimengung von schwefelsaurem Baryt. Diese Absätze zeigten sich noch nach neun Tagen.

Gypshaltige, mit Witherit in Berührung gekommene Gewässer, welche durch gegenseitige Zersetzung Kalkspath und Barytspath gebildet hatten, setzten daher, wenn sie aus dem Höhlenraume, worin diese Zersetzung von Statten gegangen, in einen anderen gelangten, wo sie längere Zeit verweilten, hier Kalkspath ab, den sie im aufgelösten Zustande mit sich geführt hatten. Da die filtrirte Flüssigkeit in jenem Versuche nach 9 Tagen noch Spuren von schwefelsaurem Baryt absetzte, der sich durch spätere Zersetzung des aufgelösten kohlensauren Baryt durch schwefelsauren Kalk gebildet hatte: so begreift man, wie die in einen andern Höhlenraum flieſsenden Gewässer neben Kalkspath auch eine geringe Menge Barytspath absetzen können.

Die Umwandlung des Witherit in Barytspath im Mineralreiche kann demnach ohne Schwierigkeit als eine Zersetzung des ersteren durch gypshaltige Gewässer gedacht werden. Daſs endlich auch der kohlensaure Baryt durch Gewässer, welche schwefelsaure Alkalien oder schwefelsaure Magnesia enthielten, in Barytspath umgewandelt worden sein könne, ist von selbst klar.

Einer ähnlichen Umwandlung, wie die angeführte, ist auch der Barytocalcit (Kalkbarytcarbonat) unterworfen [1]). Zuweilen sieht man Krystalle desselben mit einer Rinde von Barytspathkrystallen überzogen; manchmal bestehen sie auch ganz aus einem körnigen Aggregate von kleinen Krystallen schwefelsauren Baryts. Nach Blum [2])

[1]) Haidinger a. a. O.
[2]) A. a. O. S. 47.

überziehen sich zuerst die Krystalle des Barytocalcit mit einer unreinen gelblichen Rinde aus Barytspath, die sich leicht ablösen läfst, und unter welcher der ursprüngliche Krystall hervortritt, aber nicht mehr mit glatten Flächen, scharfen Kanten und spitzen Ecken, sondern zugerundet, wie wenn er der Wirkung eines Auflösungsmittels ausgesetzt gewesen wäre. Die Rinde nimmt nun an Dicke etwas zu, während der Barytocalcit immer mehr und mehr an Substanz verliert, bis er endlich gänzlich verschwindet und hohle Barytspathkrystalle in seiner Form zurückläfst. Die inneren Wandungen dieser Krystalle sind drusig und bestehen aus einem sehr feinen Aggregat von schwefelsaurem Baryt. Bei dieser Umwandlung verschwindet der kohlensaure Kalk gänzlich und hieraus erklärt auch Blum mit Recht das Hohlsein der Krystalle.

Bekanntlich wird schwefelsaurer Baryt beim Kochen mit einer Lösung von kohlensauren Alkalien unvollständig zersetzt, und es entstehen kohlensaurer Baryt und schwefelsaure Alkalien. In gewöhnlicher Temperatur kehren sich aber die Verwandtschaften um; kohlensaurer Baryt zersetzt schwefelsaure Alkalien, und es entstehen schwefelsaurer Baryt und kohlensaure Alkalien.

Es war zu vermuthen, dafs zwischen zwei solchen, von der Temperatur abhängigen Gegensätzen in der Wirkung der chemischen Verwandtschaften, ein Indifferenzpunkt liegen werde, wo weder schwefelsaurer Baryt durch kohlensaure Alkalien, noch kohlensaurer Baryt durch schwefelsaure Alkalien zersetzt wird. Um hierüber Aufklärung zu erlangen, stellte ich sechs Lösungen von 60 Gr. kohlensaurem Kali in 1500 Gr. Wasser dar, und setzte zu jeder dieser Lösungen 100 Gr. schwefelsauren Baryt[1]). Die erste Lösung kochte ich eine halbe Stunde lang, die anderen setzte ich eben so lange den nachbenannten Temperaturen aus[2]). Nach Verlauf dieser Zeit wurde jede Mischung in derselben Temperatur filtrirt und ausgewaschen. In den drei ersten Versuchen wurde die Menge des schwefelsauren Baryt, welcher unzersetzt blieb, quantitativ be-

[1]) In diesem Verhältnisse zersetzen sich bekanntlich beide Salze.

[2]) Da diese Versuche mögliche ähnliche Vorgänge in der Natur

stimmt; bei den folgenden konnte diese Bestimmung nicht stattfinden, weil die Flüssigkeit trüb abfiltrirte. Ueberdies war die Zersetzung in diesen letzten Versuchen überhaupt so gering, dafs sie nur durch Reagentien erkannt werden konnte, was für den vorliegenden Zweck hinreichend war.

	Temperatur, bei welcher der Versuch vorgenommen wurde.	Menge des schwefelsauren Baryt, welche zersetzt wurde.
Versuch 1	83° bis 84° R.	17,06 %
„ 2	60° bis 62°	2,15 %
„ 3	50° bis 52°	1,63 %
„ 4	40° bis 42°	
„ 5	30° bis 32°	
„ 6	20° bis 22°	

Dafs in den drei letzten Versuchen wirklich noch Zersetzungen stattgefunden hatten, ergab sich daraus, dafs die Flüssigkeit, obgleich sie schon etwas trübe abfiltrirte, durch Zusatz von Chlorbaryum doch noch trüber wurde, mithin schwefelsaures Kali enthielt. Eben so wurde Salzsäure, womit man den rückständigen schwefelsauren Baryt behandelte, durch Schwefelsäure getrübt, und damit die Gegenwart des kohlensauren Baryt angezeigt. Die im ersten Versuche abfiltrirte Flüssigkeit trübte sich beim Erkalten, weil sie neben schwefelsaurem Kali etwas kohlensauren Baryt aufgelöst enthielt, welche beide Salze sich bei Abnahme der Temperatur gegenseitig zersetzten. Jener Indifferenzpunkt liegt also noch unter 20°—22°.

Da in der Natur solche concentrirte Auflösungen kohlensaurer Alkalien wohl nie vorkommen, so wurden noch nachstehende Versuche angestellt, um die Abnahme der Zersetzung des schwefelsauren Baryt mit Zunahme der Verdünnung der Auflösung des kohlensauren Kali kennen zu lernen.

Dazu wurden wieder Mischungen von 100 Gr. schwefelsaurem Baryt und 60 Gr. kohlensaurem Kali in ver-

nachahmen sollten: so wurde bei der Behandlung des gepülverten Barytspath mit der Auflösung des kohlensauren Kali nicht gerührt. Bei dem ersten Versuche konnte freilich die durch das Kochen bewirkte Bewegung der Barytspaththeilchen nicht vermieden werden.

schiedenen Quantitäten Wassers aufgelöst verwendet und stets eine halbe Stunde lang gekocht.

	Verdünnung durch Wasser.	Menge des schwefelsauren Baryt, welcher zersetzt wurde.
Versuch 1	25mal so viel Wasser, wie kohlensaures Kali	17,06 %
„ 7	200 „ so viel Wasser	8,13 %
„ 8	400 „ „ „ „	5,47 %
„ 9	800 „ „ „ „	4,06 %

Man sieht, dafs zwar mit der Verdünnung der Auflösung des kohlensauren Kali die Zersetzung abnimmt, aber sehr allmälig.

Je mehr die Auflösung des kohlensauren Kali verdünnt wird, desto mehr löst sich von dem kohlensauren Baryt, welcher durch Zersetzung des schwefelsauren Baryt entsteht, auf. Sind 4300 Th. Wasser auf 1 Th. durch diese Zersetzung entstandenen kohlensauren Baryt vorhanden: so findet dieser so viel Wasser vor, als zu seiner Auflösung erfordert wird. Stets wird daher die ganze Menge des kohlensauren Baryt von den Gewässern fortgeführt, wenn letztere das 4300fache des erstern oder noch mehr betragen.

Es ist bemerkenswerth, dafs Senarmont[1]), als er frisch gefällten schwefelsauren Baryt mit einer Lösung von Natronbicarbonat in eine Glasröhre einschlofs und 60 Stunden lang bis 250° C. erhitzte, an den Wänden derselben mikroskopische Krystalle in der Form des Barytspath beobachtete. Dafs in so hoher und anhaltender Temperatur eine viel gröfsere Menge schwefelsauren Baryts zersetzt, und nach dem Erkalten regenerirt wurde, ist begreiflich. Dasselbe Resultat erhielt er übrigens, als er schwefelsauren Baryt auf dieselbe Weise mit verdünnter Salzsäure behandelte. Dieser Procefs hat jedoch kein geologisches Interesse, da man keinen Grund hat, sich im Mineralreiche Salzsäure als Auflösungsmittel des Barytspath zu denken.

Kohlensaure Alkalien, namentlich kohlensaures Natron,

[1]) Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXXII. p. 129.

kommen in Quellen sehr häufig und nicht selten in reichlichen Quantitäten vor. Barytsalze fand man dagegen bis jetzt nur in wenigen Quellen, und man mufs sogar zweifeln, ob die in älteren Analysen angeführten wirklich vorhanden waren. So soll nach Planiava in der Mineralquelle zu *Luhatschowitz* kohlensaurer Baryt, nach Brandes in den Mineralquellen von *Pyrmont* und in der Trinkquelle von *Meinberg* schwefelsaurer Baryt enthalten sein. Nach meiner Analyse scheint in der Mineralquelle zu *Lamscheid* eine Spur von Baryterde vorzukommen. Hunt[1]) führt in zwei kalten Mineralquellen von *Varennes* 0,012 und 0,023 Th. kohlensauren Baryt, und in einer Mineralquelle zu *Saint-Léon* in *Canada* 0,002 Th. Chlorbaryum in 1000 Th. Wasser an. Fresenius[2]) fand im Wasser des Kochbrunnens zu *Wiesbaden* eine Spur von kohlensaurem Baryt; er bestätigte das schon von Struve angeführte Vorkommen des kohlensauren Baryt im Krönchen und fand dieses Carbonat auch in den übrigen warmen Quellen von *Ems*. Alle diese Quellen enthalten auch kohlensauren Strontian. Beide Carbonate betragen zusammen 0,0012 bis 0,004 Th. in 1000 Th. Wasser. An der Gegenwart dieser Carbonate in diesen warmen Quellen ist um so weniger zu zweifeln, da Barytsalze in den Absätzen dieser warmen Quellen in noch gröfseren Mengen vorkommen (Bd. I. S. 540 u. 541). Es wurde schon bemerkt, dafs im Wasser des Kesselbrunnen der doppelt kohlensaure Baryt neben dem schwefelsauren Natron nicht lange gelöst bleiben kann. Es ist daher nicht zweifelhaft, dafs in diesem 37° R. warmen Wasser mit abnehmender Temperatur durch gegenseitige Zersetzung dieser Salze schwefelsaurer Baryt gebildet wird. Fresenius ist geneigt, das Opalisiren dieses über Nacht in verschlossenen Flaschen befindlichen Wassers diesem schwefelsauren Baryt zuzuschreiben.

Die Abscheidung von schwefelsaurem Baryt aus warmen Quellwassern, enthaltend kohlensauren Baryt und schwefelsaure Alkalien, welche ich nach meinen Versuchen

[1]) Silliman amer. Journ. (2) T. XI. p. 174.

[2]) Ann. der Chemie. Bd. LXXXII. S. 249.

schon in der I. Aufl. Bd. I. S. 629 als eine Nothwendigkeit bezeichnet hatte, wird daher durch die seitdem vorgenommenen Analysen von Fresenius vollkommen bestätigt.

So wie nun die warmen Quellen zu *Ems* und *Wiesbaden* nach ihrem Abfliefsen auf der Erdoberfläche und nach ihrer Erkaltung schwefelsauren Baryt mit anderen Mineralsubstanzen absetzen: so kann auch gedacht werden, dafs in früheren Perioden ähnliche aufsteigende warme Quellen, welche vorzugsweise nur kohlensauren Baryt und schwefelsaure Alkalien enthielten, blos schwefelsauren Baryt abgesetzt und die kohlensauren Alkalien fortgeführt haben. Auf diese Weise erklärt sich die Bildung von Barytspathlagern (S. 203) ganz einfach.

Der Absatz des Barytspath in Spalten läfst sich aber aus aufsteigenden warmen Quellen nicht erklären.

Das Aufsteigen solcher Gewässer erfolgt zu rasch, als dafs eine merkliche Abkühlung derselben statthaben könnte. Ueberdies haben sich solche Quellenkanäle schon längst bis zu dem Grade erwärmt, dafs das Nebengestein nicht mehr erkältend einwirken kann. Man könnte sich daher nur denken, dafs aufgestiegene warme Wasser, welche kohlensauren Baryt und schwefelsaure Alkalien aufgelöst enthielten, auf ihrem Laufe auf der Oberfläche an den Wänden von Spalten hinabgesickert wären und nach ihrer Erkaltung schwefelsauren Baryt abgesetzt hätten.

Dafs überhaupt nicht Absätze aus aufsteigenden Quellen gedacht werden können, wurde schon früher gezeigt.

Nach gefälliger Mittheilung des Apothekers Göttl in *Carlsbad* wurde kürzlich daselbst für die Fundamente eines neuen Gebäudes im Granit ausgegraben, wobei man auf heifse Quellen kam, welche aus Spalten hervorbrachen. Auf dem Granit einer dieser Spalten fand man lose aufsitzende Barytspathkrystalle in bedeutender Menge. Nach meiner Analyse sind sie sehr rein; Strontian, der in diesen Thermalwassern vorkommt, konnte ich nicht darin auffinden. Ich wage es jedoch nicht hierüber zu entscheiden; merkwürdig ist aber dieses Vorkommen von Barytspath.

Göttl nahm indefs Veranlassung Baryt in den dortigen heifsen Quellen aufzusuchen. Eine grofse Menge von

dem Niederschlage, erhalten bei der Darstellung des *Carlsbader* Salzes, wurde in Salzsäure aufgelöst. Als zu einem Theil dieser Lösung Schwefelsäure, zum andern eine Lösung von schwefelsaurem Kalk gesetzt wurde, entstanden geringe Niederschläge, welche aus schwefelsaurem Baryt und schwefelsaurem Strontian bestanden, und eine Löthrohr-Probe wies auch die Gegenwart von Chrom darin nach.

Aus dem von H. Rose[1]) nachgewiesenen verschiedenen Verhalten der drei alkalischen Erden im schwefelsauren und kohlensauren Zustande gegen kohlensaure und schwefelsaure Alkalien erklärt sich sehr genügend das eben angeführte Vorkommen von krystallisirtem Barytspath, oft $1/2$ Zoll grofs, als Absatz aus dem Thermalwasser von *Carlsbad,* worauf auch Hochberger[2]) aufmerksam gemacht hat. Die Bicarbonate von Kalk, Magnesia und einer sehr geringen Menge von Strontian in diesem Wasser werden von dem vorhandenen schwefelsauren Natron nicht zersetzt, wohl aber mufs durch letzteres aller kohlensaure Baryt, der als Bicarbonat jene Bicarbonate begleitet, zersetzt und als schwefelsaurer Baryt ausgeschieden werden. Die überschüssige Kohlensäure hat auf diese Abscheidung keinen Einflufs. Auch das kohlensaure Natron im Thermalwasser und dessen Temperatur von 39° R. schützt nicht den kohlensauren Baryt gegen seine Umwandlung in schwefelsauren, da das schwefelsaure Natron vorwaltet. Der aus dem Thermalwasser abgesetzte Barytspath ist rein, und enthält weder schwefelsauren Strontian (S. 223) noch schwefelsauren Kalk, welches dem oben angeführten Verhalten entspricht.

H. Rose hält die Erklärung, warum sich der Barytspath erst an der Oberfläche ausscheidet, mit Recht für schwierig. Der Annahme, dafs er schon gebildet und auf-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 298.

[2]) Jahrb. der geolog. Reichsanstalt. Jahrg. V. 1854. Erstes Vierteljahr. S. 142.

[3]) H. Rose (Poggendorff's Ann. Bd. XCIV. S. 482) fand nämlich, dafs die Gegenwart des schwefelsauren Alkali die gänzliche Zersetzung des schwefelsauren Baryt durch kohlensaure Alkalien auf nassem Wege hindert. Betragen kohlensaure und schwefelsaure Alkalien gleich viel: so findet gar keine Zersetzung statt.

geschlämmt im Thermalwasser enthalten wäre, widerspricht, dafs dieser Absatz nicht als Sinter, sondern in ausgebildeten Krystallen erscheint. Vielleicht, meint er, zersetzt bei höherer Temperatur, bei höherem Drucke und überschüssiger Kohlensäure das schwefelsaure Natron noch nicht das Barytcarbonat. Dagegen ist jedoch zu erinnern, dafs die Temperatur des Thermalwassers in der Tiefe schwerlich viel höher als beim Ausflusse sein werde. Ein höherer Gehalt von Kohlensäure in der Tiefe unter hohem hydrostatischen Drucke ist unzweifelhaft, da zu *Carlsbad* Kohlensäuregas aus Ritzen in der Sprudelschale an mehreren Stellen in solcher Menge hervorströmt, dafs die Keller der Häuser davon gefüllt werden, und dafs es auch in Blasen durch den *Tepelflufs*, der eine lange Strecke unmittelbar über dieser Schale fliefst, beständig aufsteigt.

Das Vorkommen von Chlorbaryum in drei Soolen am *Alleghani* (I. Aufl. Bd. II. S. 1699), in der oben angeführten Mineralquelle zu *Saint-Léon* in *Canada* und in der von mir analysirten Soole von *Recklinghausen* zeigt, wie auch dieses Barytsalz Material zur Bildung von Barytspath liefern kann. Treten zu solchen Soolen Gewässer, welche schwefelsaure Salze enthalten: so ist die Bildung von Barytspath fertig. Diese Soole enthält 0,811 Chlorbaryum in 10000 Wasser. Diesem entsprechen 0,91 schwefelsaurer Baryt. Vor der Fassung lieferte dieses Bohrloch 28366 Cubikfufs Soole in 24 Stunden. Hieraus berechnet sich, dafs in einem Jahre ein Barytspathwürfel von 6 F. Seite aus dieser Soole gebildet werden könnte. Wie in der Soole von *Recklinghausen*, so gab Chlorbaryum auch in der von *Heepen* bei *Bielefeld* keine Trübung, und selbst über Nacht stehend eine kaum merkliche Trübung. Sollte vielleicht auch diese Soole Chlorbaryum enthalten? Als ich diese Soole analysirte, war meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand noch nicht gerichtet.

Als eine Möglichkeit stellen wir es noch hin, dafs Gewässer Schwefelbaryum aufgelöst enthalten können, und dafs dieses während seines Absatzes oxydirt und in schwefelsauren Baryt umgewandelt wird. Man könnte sich wenigstens denken, dafs die Auflösung und Fortführung von Barytspathkrystallen, wie es die Pseudomorphosen in For-

men von Barytspath voraussetzen, durch einen geringen Gehalt von organischen Substanzen, die in Gewässern selten fehlen, erleichtert werden würde, indem dadurch der höchst schwerlösliche schwefelsaure Baryt nach und nach in das leichtlösliche Schwefelbaryum umgewandelt werden würde.

Dafs die Pflanzen aus den sie nährenden Gewässern Baryt aufnehmen können, zeigt das von G. E. Eckard nachgewiesene Vorkommen von Baryt in der Asche von Buchenholz. Schon Scheele hat dieses Vorkommen angeführt[1]). H. Lutterroth[2]) fand im Sandstein der Umgegend von *Göttingen*, der den Boden der untersuchten Buchen bildet, kohlensauren Baryt im fein zertheilten Zustande.

Barytspath wird durch Quarz verdrängt (Kap. LXI).

D. Cölestin.

Dieses Mineral ist bis jetzt eben so wenig wie der Barytspath als ein mineralogisch bestimmbarer Gemengtheil krystallinischer Gesteine gefunden worden. Der Cölestin kommt auf Erzgängen im Gneifs, Glimmerschiefer, und Thonschiefer, in Drusenräumen von Mergel des Muschelkalk, in Kalk und Mergel verschiedener Formationen, häufig begleitet von Gyps und Schwefel, im Sandstein, in Spalten von Feuerstein, in Braunkohle und in Drusenräumen von Mandelsteinen vor. Alle diese Fundorte, so wie sein Vorkommen als Versteinerungsmittel von Ampullarien, Echiniten, Ammoniten u. s. w.[3]) sprechen entschieden für seine Bildung auf nassem Wege.

Schwefelsaurer Strontian findet sich manchmal im Barytspath. So enthält ein Barytspath von *Freiberg* nach Klaproth[4]) 0,85 %, von *Clausthal* nach Jordan[5]) 6,75 %, von *Silbach* nach Rammelsberg[6]) Spuren, und aus einer Braunkohlengrube bei *Görzig* 15,12 %, von *Naurod* nach

[1]) Opusc. chem. 1788. T. I. p. 258.

[2]) Ann. der Chemie und Pharmacie Bd. C. S. 294 und Centralblatt No. 10. 1857.

[3]) Blum erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 177.

[4]) Beiträge. Bd. II. S. 78.

[5]) Schweigger's Journ. Bd. LVII. S. 358.

[6]) Supplement III. zum Handwörterb. S. 107.

Fresenius [1]) 1,85 %, und von *Schohanie* nach Heidingsfeld 4,01 % schwefelsauren Strontian. Im Barytocölestin, der in grofser Menge auf der Insel *Drummond* im *Erie-See* und bei *Kingstown* in *Ober-Canada* vorkommt, beträgt er nach Thomson [2]) 61,17 %, der schwefelsaure Baryt nur 38,83 %.

Da im Ganzen nur wenige Barytspathe analysirt wurden: so mag das Vorkommen von schwefelsaurem Strontian in ihnen nicht zu den Seltenheiten gehören.

Gänge ganz mit Cölestin erfüllt finden sich nicht; darin unterscheidet sich sein Vorkommen von dem des Barytspath. Umwandlungs- oder Verdrängungspseudomorphosen des Cölestin sind nicht bekannt.

Absätze des schwefelsauren Strontian aus Gewässern sind viel leichter als die des schwefelsauren Baryt zu begreifen, da jener bei weitem löslicher als dieser ist; vom kochenden Wasser fordert jener nur 3600 Th. und bleibt nach dem Erkalten gelöst [3]). In einer Kochsalzlösung löst er sich langsam aber vollständig auf [4]). Da Kochsalz in den Gewässern so allgemein verbreitet ist: so kann es die Lösung desselben befördern.

Es gehört nicht zu den Seltenheiten, dafs bei der Analyse von Mineralwassern die ausgeschiedene Kalkerde Spuren von Strontianerde zeigt. Berzelius war der erste, welcher sie in den heifsen Quellen *Carlsbad's* auffand. Später entdeckte man sie in den übrigen böhmischen Mineralwassern, mit Ausnahme von *Teplitz*. Auch in den Mineralquellen zu *Salzbrunn*, *Aachen*, *Burtscheid*, *Pyrmont*, *Meinberg*, im *Alexisbrunnen* und im *Selkenbrunnen* wurde sie nachgewiesen. Unter 35 Mineralquellen in den Umgebungen des *Laacher-See*, deren Analysen ich in der I. Aufl. Bd. I. S. 357 ff. mitgetheilt habe, zeigten 17 mehr oder minder merkliche Spuren von Strontianerde. Die warmen Quellen zu *Ems* enthalten bestimmbare Mengen

[1]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LXIII. S 390.

[2]) Outlines of min. Vol. I. p. 3.

[3]) Fresenius fand dagegen, dafs der schwefelsaure Strontian 6895 Th. kaltes und 9638 Th. siedendes Wasser zur Auflösung fordert. (Ann. der Chemie. Bd. LIX. p. 122.)

[4]) Gmelin. Bd. II. S. 161.

dieser Erde (Bd. I. S. 540 u. 541). Man sieht hieraus, dafs sie ziemlich allgemein verbreitet in den Gebirgsgesteinen enthalten sein mufs, aber nur in sehr geringen Mengen[1]).

C. Gmelin fand im Basalt von *Stetten* im *Högau* 0,112 %[2]) und Rammelsberg[3]) im Basalt von *Engelhaus* bei *Carlsbad* 0,04 % Strontian. Ich erkannte in kohlensaurem Kalk, der durch eine schwache Säure aus einem Melaphyr ausgezogen wurde, sehr deutlich die Gegenwart von Strontian, nicht aber in dem Kalksilicate des Gesteins. Ein Mandelstein von *Idar* und ebenso ein Kalkspath aus einer Druse in diesem Gestein zeigte sehr merkliche Spuren dieser Erde. Ein sehr verwittertes Gestein (Gabbro oder Hyperit), welches unterhalb *Boppard* eine Spalte im Thonschiefer erfüllt, zeigte zwar sehr schwache, aber doch merkliche Spuren. Kalkspath, der eine 6 Zoll mächtige Spalte in diesem Gesteine erfüllt, und ohne Zweifel aus demselben durch Gewässer extrahirt wurde, da es mit Säuren sehr stark braust, zeigte sehr merkliche Spuren. In beiden Fällen findet sich also Strontianerde im Nebengesteine wie in seinen Spalten oder in seinen Drusenräumen. Ein Kalkspath aus einer Druse im Basalte vom *Minderberg* und aus einem Basaltbruche bei *Leubsdorf*, oberhalb *Linz*, wo die Zwischenräume der Basaltsäulen ganz mit kohlensaurem Kalke erfüllt sind, enthielten gleichfalls, besonders letzterer, sehr merkliche Spuren von Strontian. Ebenso fand Stromeyer strontianerdehaltige Ara-

[1]) Es ist auffallend, dafs man Strontian so häufig, dagegen Baryt so selten in Quellen findet, während umgekehrt die Absätze von schwefelsaurem Baryt aus Gewässern in der Regel in bei weitem gröfseren Mengen, als die des schwefelsauren Strontian vorkommen. Berücksichtigt man indefs, dafs die Prüfung des bei der Analyse der Quellwasser ausgeschiedenen kohlensauren Kalk auf Strontian durch die Röthung der Weingeistflamme, selbst wenn nur geringe Spuren davon vorhanden sind, viel leichter ist als die auf Baryt, und defshalb selten vernachlässigt wird: so darf man aus diesen Analysen nicht ohne weiteres schliefsen, dafs Baryt viel seltener als Strontian in Gewässern vorkommt.

[2]) Dies ist $\frac{1}{108}$ vom Kalkgehalte in diesem Basalt. Nach Berzelius beträgt die Strontianerde im *Carlsbader Sprudel* nur $\frac{1}{321}$ von seinem Kalkgehalt.

[3]) Handwörterbuch. Suppl. IV. S. 16.

gonite in Blasenräumen und auf Klüften von Basalt von der *blauen Kuppe* bei *Eschwege*, von *Aufsig*, von *Watsch* in *Böhmen*, und vom *Kaiserstuhl* (letzterer im Dolerit). Es ist klar, dafs die Materialien zu den Bildungen in den Blasenräumen nur aus dem umgebenden Gesteine kommen können; denn alles, was sich in diesen Einschlüssen findet, ist durch die Gewässer aus den Umgebungen extrahirt worden. Die Strontianerde ist daher ein nicht seltener, aber freilich nur in sehr geringen Quantitäten vorkommender Bestandtheil basaltischer Gesteine[1]). Ohne Zweifel ist sie, wie die Kalkerde, im Basalt, vielleicht im Labrador als Silicat vorhanden, und wird erst durch Kohlensäure zu einem Bicarbonat, in welcher Verbindung sie in Quellen vorkommt. Da indefs das Strontiancarbonat in 1536 Th. kochenden, und in einer gröfseren Menge kalten Wassers auflöslich ist[2]): so kann es auch kohlensäurefreies Wasser auflösen. Wenn auch die Strontianerde in Mineralquellen als ein Zersetzungsproduct schwefelsaurer Strontianerde sehr wohl gedacht werden kann, da die meisten der oben angeführten Quellen kohlensaures Natron enthalten: so ist doch, was die kohlensaure Strontianerde in den übrigen Fundorten betrifft, eine solche Zersetzung weniger wahrscheinlich. Der Kalkspath in Drusenräumen von Basalt u. s. w. ist ohne Zweifel ein Absatz aus Gewässern, welche von oben herab durch diese Gesteine dringen. Diese Gewässer enthalten in der Regel keine kohlensauren Alkalien; sie zersetzen mittelst ihrer freien Kohlensäure die Kalksilicate in den Gesteinen und setzen den aufgelösten kohlensauren Kalk in Drusenräu-

[1]) Bei der chemischen Analyse anderer Kalksilicate haltender Gesteine oder Mineralien würde man gewifs eben so häufig, wie bei der der Quellwasser, Strontian finden, wenn man Veranlassung nähme, darauf seine Aufmerksamkeit zu richten. Da aber diese Erde, wie es scheint, stets nur in sehr geringen Quantitäten vorkommt und bei der Analyse mit der Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak niedergeschlagen wird: so entgeht sie leicht dem Chemiker, wenn er nicht diesen Niederschlag untersucht. Beim Auswaschen desselben kann überdies die oxalsaure Strontianerde, da sie in 1920 Th. kochenden Wassers auflöslich ist, leicht weggewaschen werden.

[2]) Nach Fresenius (a. a. O.) in 18045 Th. kalten Wassers.

men ab. Höchst wahrscheinlich hat es mit den geringen Mengen kohlensauren Strontians, welche den kohlensauren Kalk begleiten, dieselbe Bewandtnifs.

Der schwefelsaure Strontian in den Barytspathen (S. 226) kann nach Rose's Versuchen (S. 224) nicht durch Zersetzung von Strontianbicarbonat durch schwefelsaures Natron entstanden sein. Solche Barytspathe müssen also überhaupt auf andere Weise entstanden sein.

Da das Kalkbicarbonat gleichfalls nicht durch schwefelsaures Natron zersetzt wird: so können Barytspathe, welche schwefelsauren Kalk enthalten, ebenso wenig auf diese Weise entstanden sein. Wir kennen blos drei Barytspathe, welche schwefelsaures Natron enthalten: nämlich die oben (S. 226) erwähnten von *Görzig* (0,89 %) und von *Schoharie* (2,52 %), und ein zwischen *Leeds* und *Harrowgate* vorkommendes Mineral, welches nach Thomson[1]) 71,9 % schwefelsauren Kalk und 28,1 % schwefelsauren Baryt enthält. Geringe Mengen von schwefelsaurem Kalk in Barytspathen können der Analyse nicht entgehen, da nach Rose's und meinen Versuchen solche Mengen nicht mehr mit Wasser auszuziehen sind. Selbst wenn man eine Lösung von Chlorbaryum und Chlorcalcium so weit mit Wasser verdünnt, dafs bei Zersetzung durch Schwefelsäure der schwefelsaure Kalk Wasser genug zur Lösung findet: wird doch ein Theil desselben mit dem schwefelsauren Baryt gefällt. Defshalb könnte es als möglich gedacht werden, dafs bei irgend einem im Mineralreiche vor sich gehenden Procefs, wodurch sich schwefelsaurer Baryt aus Gewässern abscheidet, mit demselben eine geringe Menge schwefelsaurer Kalkerde niederfiele, wenn diese als solche vorhanden ist, oder die Bedingungen zu ihrer Bildung gegeben sind[2]).

Als ich Feldspathporphyr und schwefelsauren Stron-

[1]) Outlines of min. Vol. I. p. 106.

[2]) Eine Prüfung verschiedener Barytspathe auf schwefelsauren Kalk durch Behandeln derselben mit einer Lösung von kohlensaurem Kali in der Kälte, wodurch blos das Kalk- nicht aber das Barytsulphat zersetzt wird (nach H. Rose's nettem Verfahren Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 290) würde in genetischer Beziehung sehr wünschenswerth sein.

tian zusammenschmolz, ergab sich, dafs dieser durch die kieselsauren Alkalien von jenem nicht zersetzt worden war. Daher kann in vulkanischen Gesteinen schwefelsaurer Strontian im unzersetzten Zustande gedacht werden.

Die kieselsaure Strontianerde ist bis jetzt noch nicht untersucht worden. Man weifs nur, dafs 1 Th. Kieselsäure mit 2 Th. Strontianerde zusammengeschmolzen von Säuren zersetzt wird. Ich stellte diese Verbindung dar, indem salpetersaure Strontianerde durch kieselsaures Natron zersetzt und der Niederschlag ausgewaschen wurde. Letzteres Salz wurde erhalten, indem Kieselsäure, aus Fluorkieselgas in Wasser abgeschieden und sorgfältigst ausgewaschen, in heifser Natronlauge bis zur Sättigung aufgelöst wurde. Schon beim Auswaschen der kieselsauren Strontianerde bemerkte ich, dafs dieselbe, wie die kieselsaure Baryterde, ziemlich auflöslich im Wasser ist. Ich fand, dafs 1 Th. der ersteren 996 Th. siedendes und 1262 Th. kaltes Wasser zur Auflösung fordert. Sie zeigte sich aus 2 At. Kieselsäure, 2 At. Strontianerde und 3 At. Wasser zusammengesetzt.

Um das Verhalten dieser kieselsauren Strontianerde zu löslichen schwefelsauren Salzen kennen zu lernen, wurde sie in siedendem Wasser aufgelöst, die Auflösung in vier Theile getheilt und folgende Salze: 1) schwefelsaures Natron, 2) schwefelsaures Kali, 3) schwefelsaurer Kalk und 4) schwefelsaure Magnesia, in wässrigen Auflösungen zugesetzt. Keine dieser Auflösungen wurde getrübt und selbst nach 24 Stunden zeigte sich in der Mischung mit schwefelsaurem Natron keine Trübung. Aus der Mischung mit schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Magnesia hatten sich dagegen einige Flocken kieselsaurer Strontianerde nach ihrer Erkaltung ausgeschieden. Die Mischung mit schwefelsaurer Kalkerde hatte sich stark getrübt, ohne Ausscheidung von Flocken. Kieselsaure Strontianerde und schwefelsaurer Kalk hatten sich demnach gegenseitig in kieselsauren Kalk und schwefelsauren Strontian zersetzt, wie dies vorauszusehen war, da die beiden letzteren Salze viel schwerlöslicher als die ersteren sind.

Auch zwischen der kieselsauren Strontianerde und den übrigen schwefelsauren Salzen mufste man gegensei-

tige Zersetzungen erwarten, da die schwefelsaure Strontianerde viel schwerlöslicher als die kieselsaure ist, mehr als 3mal so viel Wasser als die letztere fordert. Das Klarbleiben der Auflösung der kieselsauren Strontianerde, beim Zusatze concentrirter Auflösungen der beiden alkalischen schwefelsauren Salze, ist daher eine räthselhafte Erscheinung. Noch räthselhafter ist es, dafs bei der Mischung der Auflösungen der kieselsauren Strontianerde und der schwefelsauren Magnesia keine Trübung eintrat, da doch die kieselsaure Magnesia ein schwerlösliches Salz ist. Dafs die Auflösung der kieselsauren Strontianerde die schwefelsauren Alkalien wirklich zersetzt hatte, zeigte die schwache alkalische Reaction der Flüssigkeit. Deutlicher war sie wahrzunehmen, als auf kieselsaure Strontianerde eine Auflösung von schwefelsaurem Natron gegossen und gelinde erwärmt wurde: geröthetes Lackmuspapier wurde in der Flüssigkeit blau. Es war also kieselsaures Natron entstanden, welches, wie alle löslichen kieselsauren Salze, alkalisch reagirt. Wahrscheinlich ist das Verhalten der kieselsauren Strontianerde zur schwefelsauren Magnesia dasselbe; nur ist es schwierig zu ermitteln.

Aus diesen Versuchen ersieht man, dafs sich die kieselsaure Strontianerde, wie die kieselsaure Baryterde, zu den löslichen schwefelsauren Salzen verhält, dafs nämlich eine wechselseitige Zersetzung stattfindet. Ob diese Zersetzung, wie bei der kieselsauren Baryterde, vollständig erfolgt, ist noch zu ermitteln. Hieraus folgt umgekehrt, dafs schwefelsaure Strontianerde auf nassem Wege neben den Silicaten der Alkalien, der Kalkerde und wahrscheinlich auch der Magnesia bestehen kann.

Eine Zersetzung des kohlensauren Strontian durch schwefelsaure Alkalien, in gewöhnlicher Temperatur, wie sie beim kohlensauren Baryt stattfindet, war nicht zu erwarten, da schwefelsaurer Strontian ein lösliches, wenn auch schwerlösliches, Salz ist, neben welchem kohlensaure Alkalien nicht bestehen können. Ich prüfte indefs, ob vielleicht eine alkalische Reaction sich zeigen würde, wenn man kohlensauren Strontian mit einer Auflösung eines schwefelsauren Alkali behandelt. Wirklich wurde schwach geröthetes Lackmuspapier blau; allein eine nä-

here Prüfung zeigte, dafs kohlensaurer Strontian für sich alkalisch reagirt. Diese bis jetzt nicht beobachtete alkalische Reaction dieses Carbonats hängt ohne Zweifel mit seiner ziemlichen Leichtlöslichkeit im Wasser zusammen.

Halten die Gewässer, welche schwefelsauren Strontian aus Gesteinen extrahiren, kohlensaure Alkalien, oder beladen sie sich erst damit in den Gesteinen, indem sie alkalische Silicate zersetzen: so entsteht kohlensaurer Strontian, der seiner ziemlichen Löslichkeit wegen leicht fortgeführt und in Spalten u. s. w. abgesetzt werden kann. So ist also auch leicht das Vorkommen des Strontianit zu begreifen.

Cölestin wird durch amorphen Quarz verdrängt (Kap. XLI).

Kapitel XXII.*)

Phosphorsaure Salze.

Nachstehende Mineralien enthalten phosphorsaure Salze [1]), und bestehen zum Theil ganz aus denselben. Der Apatit ist das im Mineralreiche am häufigsten verbreitete phosphorsaure Salz. Er kommt vor im Granit, Hornblendegestein, körnigen Kalk, Glimmer-, Talk-, Chlorit- und Kohlenschiefer, im Dolerit, Nephelinfels, Basalt, glasigem Feldspathgestein und in Lava; ferner auf Erzgängen im Granit, Diorit, Gneiſs, Porphyr, Thonschiefer und auf Magneteisenstein-Lagerstätten etc. [2]). Die kleinen grünen Körner in der Kreide vom *Cap la Hève* sollen nach Berthier [3]) Apatit sein.

Der Phosphorit (erdiger Apatit) kommt manchmal in Lagern vor, welche seinen Absatz aus Gewässern entschieden nachweisen. Bei *Pilgramsreuth* am Abhange des *Fichtelgebirges* fand sich unter einem bituminösen Schieferthon, der das Liegende eines Braunkohlenflötzes bildet, in einem sandigen Thon ein 2 bis 4 Zoll dicker Streifen Phosphorit. Er ist bedeutend unreiner als der, welcher in dortigen Basalten in Nestern vorkommt, und ent-

*) In den Citaten des I. Bandes ist dieses Kapitel als Kapitel XXI. bezeichnet.

[1]) Die phosphorsauren Metalloxyde werden später im Kap. von den Erzgängen betrachtet werden.

[2]) Besonders ausgezeichnet kommen die Apatite in den Vereinigten Staaten vor. In der Gegend von *Hanemand* (*New-York*) hat man einen Krystall von 1 Fuſs Länge und 18 Pfd. Gewicht gefunden. Neues Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1849. S. 808. Ein bedeutendes Lager, welches Blöcke von 200 Pfd. Gewicht und mehr von fast farblosem, durchscheinendem, oft spaltbarem Apatit liefert, ist nach W. T. Blake (Jahresb. 1853. S. 841) bei *Hundstown, Essex-County* in *New-York* entdeckt worden.

[3]) Schweigger's Journ. Bd. XXXIII. S. 469.

hält Fluor [1]). Unweit *Hanau* fand man unter der Dammerde in einem blasigen zersetzten Dolerit ein 4 bis 6 Zoll mächtiges Lager von Phosphorit. Nach C. Bromeis soll Basalt und Dolerit das Material dazu geliefert haben; denn diese Gesteine enthalten vor ihrer Zersetzung Apatit [2]). Krantz fand südlich vom *Siebengebirge* auf der Oberfläche eines Trachyt-Conglomerats Stücke eines derben feinkörnigen Phosphorits, der in kleinen Drusen wasserhelle Krystalle von Apatit enthält. Chlor und Fluor waren in diesem Phosphorit nicht aufzufinden [3]). Stalactitische Massen von unreinem phosphorsauren Kalk kommen in *Ascension* in der Nähe des Guano am Basalt vor [4]). Wahrscheinlich ist er ein Auslaugeproduct des Guano, in welchem (aus *Chili*) er bis zu 53% steigt. Zu *Logrosan* in *Estremadura* findet sich der Phosphorit als ein Felsen [5]).

Bei weitem seltener finden sich die folgenden phosphorsauren Mineralien. Dihydrit (wasserhaltiger phosphorsaurer Kalk) am *Ural*; Talkapatit (phosphorsaurer Kalk mit phosphorsaurer Magnesia und mit Chlor, Fluor und Schwefelsäure) im *Schischimsgebirge* im *Ural*; Wagnerit (phosphorsaure Magnesia mit Fluormagnesium) in Klüften eines sehr mürben Thonschiefers bei *Werfen* im *Salzburgischen*; Lazulith (phosphorsaure Thonerde mit Phosphaten von Magnesia, Kalk und Eisenoxydul) in Klüften von Thonschiefer; phosphorsaure Thonerde auf der Insel *Bourbon* in einer Höhle eines vulkanischen Gesteins; Wavellit [6]) und Kakoxen (phosphorsaure Thonerde mit Fluor-

[1]) Nauck in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. II. S. 40.

[2]) Ann. der Chemie und Pharm. Bd. LXXIX. S. 1.

[3]) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preufsischen Rheinlande und Westphalens. Jahrg. IX. S. 563.

[4]) Darwin's naturwissenschaftliche Reisen übers. von Dieffenbach. Bd. I. S. 9.

[5]) L'Institut 1846. No. 673.

[6]) v. Klipstein (geognost. Darstellung des Grofsherzogthums *Hessen*. 1852 S. 314 und 64) beschreibt das Vorkommen von Wavellit in Spalten und Klüften des Thonschiefer auf dem *Dünstberge*. Eine Circumvallation, welche die Spitze dieses Berges umgibt, läfst vermuthen, dafs daselbst längere Zeit ein römisches oder altdeutsches Lager bestanden habe, welches die Zersetzung einer grofsen Menge thierischer Ueberreste voraussetzt, aus welchen die

aluminium) im Granit, auf Klüften im Thonschiefer, Kieselschiefer, Sandstein, Brauneisenstein, im Braunstein und Dolomit unter den Auswürflingen des *Vesuv*; Gibbsit (amorphe wasserhaltige phosphorsaure Thonerde) zu *Richmond* in *Massachusets* in einer verlassenen Eisensteingrube[1]); Kalait (eine Verbindung von Wavellit und Gibbsit) auf Klüften in Thonschiefer[2]); Amblygonit (phosphorsaures Thonerde-Lithion (Natron) mit Fluoraluminium-Lithium (-Natrium), im Granit zu *Chursdorf* in *Sachsen*; phosphorsaure Yttererde mit Spuren von Fluor in einem Gange von grobkörnigem Granit; Kryptolit (phosphorsaures Ceroxydul mit etwas Eisenoxydul) im derben Apatit von *Arendal* eingeschlossen[3]); Monazit (wahrscheinlich ein Phosphat von Ceroxyd, Lanthanoxyd etc.) und Monazitoit in einem granitartigen Gestein; endlich Edwardsit und Sordawalith.

Blum[4]) beschreibt knollenförmige, sphäroidische Stücke, welche am *Battenberg* in *Rhein-Bayern* vorkommen sollen. Die dichte Grundmasse ist von einer röthlich braunen Substanz durchzogen, welche ihrerseits wieder mit einem gelb gefärbten blätterigen Mineral so im Zusammenhange steht, dafs man sogleich vermuthet, jene sei aus diesem entstanden. Die Analyse bestätigt auch eine solche Annahme.

Phosphorsäure in das stark zerklüftete Lyditgestein dringen und so die Bildung des Wavellit veranlassen konnte. Auch am Thiergarten bei *Waldgirmes* findet sich im schwarzen Kieselschiefer dicht an einem befestigten Lager, in welchem hannöversche Truppen während des siebenjährigen Krieges längere Zeit gestanden hatten, Wavellit.

[1]) Hermann Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVII. S. 1.

[2]) Hierher gehören auch Peganit und Fischerit, welche wie der Kalait, verschiedene Hydrate desselben Thonerdephosphats sind.

[3]) Wöhler in den Göttingischen gelehrten Anzeigen 1846. S. 19.

[4]) Jahrb. für Mineral. 1858. S. 287 ff.

	I.	II.	III.
Eisenoxyd	24,34	38,6	40,5
Thonerde	2,90	7,1	8,2
Kalkerde	14,81	4,3	1,1
Magnesia	2,65	0,5	0,5
Phosphorsäure	34,01	23,8	22,2
Wasser	20,56	17,7	18,2
Kieselsäure	—	7,1	9,4
	99,27	99,1	100,1

I. Zusammensetzung des gelben blätterigen Minerals nach Reissig. Blum nennt es Kalkoferrit.

II. Die rothbraune Substanz nach der Analyse von Carius.

III. Die Grundmasse nach demselben.

II und III liefsen sich durch Schlemmen sehr leicht trennen, da die grünlich braune Grundmasse als feines Pulver sich im Wasser vertheilt, während die rothbraune Substanz körnig zurückbleibt.

Blum bemerkt, dafs die Vergleichung der Analysen II und III mit der Zusammensetzung des Kalkoferrit zeigt, dafs phosphorsaurer Kalk hinweggeführt, und dadurch die Zerstörung von jenem hervorgerufen wurde. Die Kieselsäure rührt von gröfseren oder kleineren Quarzkörnchen her, die der Grundmasse beigemengt sind. Letztere zeigt stellenweise noch eine weitere Veränderung zu Eisenocher.

Die theilweise Fortführung der phosphorsauren Kalkerde und die Zurücklassung des phosphorsauren Eisenoxyd entspricht der bei weitem gröfseren Schwerlöslichkeit des letzteren im Verhältnifs zu der des ersteren.

Wo Apatit oder andere phosphorsaure Mineralien in Gesteinen nicht mehr mineralogisch nachzuweisen sind, da kann, wie die folgenden Untersuchungen zeigen, die Gegenwart der Phosphorsäure noch häufig auf chemischem Wege erkannt werden. Da, seitdem diese Untersuchungen angestellt worden, im molybdänsauren Ammoniak ein Reagens aufgefunden wurde, welches an Empfindlichkeit alle übrigen übertrifft: so ist mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dafs noch in manchen Gesteinen, in denen bei Anwendung der früheren Reagentien gar keine Phosphor-

säure oder doch nur undeutliche Spuren zu erkennen waren, mittelst jenes Reagens ihre Gegenwart ermittelt werden würde.

Fownes[1]) davon ausgehend, dafs fast alle Gesteine durch ihre Verwitterung einen Boden liefern, der Pflanzen mehr oder weniger ernähren kann und mithin Phosphorsäure, welche eine so wichtige Rolle in der Vegetation spielt, enthalten müsse, prüfte verschiedene krystallinische und vulkanische Gesteine auf diese Säure. Er dachte, dafs die Phosphorsäure, wenn sie vorhanden, mit Thonerde verbunden sein würde, und da diese Verbindung in verdünnten Säuren löslich ist, während die Silicate ihnen gröfstentheils widerstehen: so hoffte er dadurch die phosphorsaure Thonerde zu extrahiren.

Er prüfte: 1) Porcellanerde von *Dartmoor*, herrührend von der Verwitterung von Feldspath im Granit dieser Gegend, 2) graue blasige Lava vom *Rhein* (ohne Zweifel von *Niedermendig*), 3) Trachyt vom *Drachenfels*, 4) blasige Lava vom *Vesuv*, 5) Basalt von *Cavedale* in *Derbyshire*, 6) Basalt aus der Nachbarschaft von *Dudley*, 7) alte porphyrische Lava, viele Hornblendekrystalle enthaltend, vom *Vesuv*, 8) vulkanischen Tuff vom *Vesuv*, 9) Hornblendegestein von *Arendal*. No. 1 bis 4 gaben unzweideutige Reactionen auf Phosphorsäure, No. 5 und 6 geringere, jedoch unzweifelhafte Reactionen, in der alten Lava (No. 7) waren sie geringer, als in der neuern, No. 8 und 9 enthielten merkliche Mengen dieser Säure. Kersten[2]) und Elsner[3]) prüften mehrere dieser Gesteine auf Phosphorsäure, fanden aber keine Spur darin. Deck[4]) fand dagegen im Basalt von der *blauen Koppe* beim *Meifsner* ein Mineral von der Zusammensetzung des Apatit, und nach Bergemann[5]) enthält die Lava von *Niedermendig* 1,8% Phosphorsäure. Nach ihm ist diese Säure in Verbindung mit Kalk als Apatit vorhanden, welcher aber nicht durch die

[1]) On the existence of phosphoric acid in rocks of igneous origin, in Edinb. new philos. Journ. July to October 1844. p. 294 etc.

[2]) Journ. für pract. Chem. Bd. XXXIV. S. 366.

[3]) Ebend. Bd. XXXV. S. 315.

[4]) Chem. Gaz. 1848. p. 344.

[5]) Karsten's und v. Dechen's Archiv u. s. w. Bd. XXI. S. 41.

ganze Masse der Lava gleichförmig verbreitet ist. Rammelsberg[1]) fand im Basalt von *Engelhaus* in der Nähe von *Carlsbad* 0,44 % Phosphorsäure.

Die Gegenwart des Apatit in jener Lava kann[2]) um so weniger befremden, da in einer vulkanischen Bombe vom Ufer des *Laacher See*, also nicht sehr weit von dem Lavastrome zu *Niedermendig* entfernt, ein Paar sehr ausgezeichnete Apatitkrystalle gefunden wurden[3]), und da auch in einem Lavastrome des *Vesuv*, unfern des *Monte di Somma*, in Drusenräumen eines Gemenges aus Augit und Glimmer Apatit vorkommt. In der im Jahre 1855 ausgeflossenen Lava fand Deville[4]) sogar 1,4 bis 2,2 % phosphorsauren Kalk. Da dieses Mineral überdies im Basalt und im Granit, und zwar in letzterem sehr häufig vorkommt: so kann man an der Möglichkeit nicht zweifeln, dafs auch in den Basalten und in der Porcellanerde, welche von Fownes untersucht worden, sofern letztere von einem apatithaltigen Granite herrührt, Phosphorsäure enthalten sein konnte. Selbst zu Gunsten des Vorkommens der Phosphor-

[1]) Handwörterbuch. Suppl. IV. S. 16.

[2]) Als indirecter Beweis für die Gegenwart der Phosphorsäure nicht blos in der *Niedermendiger Lava*, sondern überhaupt in basaltischen und lavaartigen Gesteinen, woraus die vielen Kuppen in den Umgebungen des *Laacher See's* meist bestehen, gilt die überaus üppige Baumvegetation auf denselben. Ein Gestein, auf dem seit undenklichen Zeiten ungeheure Quantitäten Holz, meist Buchenholz wachsen, in dessen Asche wir Phosphate von Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxydul und Thonerde (10,1 % nach Hertwig) finden, mufs Phosphorsäure enthalten; denn auf alle diese Berge ist nie Dünger gekommen, welcher phosphorsaure Salze hätte zuführen können; nie konnten diese, zum Theil sehr steilen Kuppen Ackerland gewesen sein. Dasselbe gilt von dem benachbarten *Siebengebirge*. Ohne die Analyse des Trachyt vom *Drachenfels* zu wiederholen, kann man mit Bestimmtheit sagen, dafs er Phosphorsäure enthalten müsse. Ueberhaupt, wo die chemische Analyse die in zu geringer Menge vorhandenen Stoffe in Gesteinen nicht mehr nachzuweisen im Stande ist, da liefert die Untersuchung der auf ihnen gewachsenen Pflanzen, wenn der Boden nicht gedüngt worden, eben so bündige Beweise von der wirklichen Gegenwart dieses oder jenes Stoffes als die Analyse des Bodens.

[3]) Nöggerath in dessen *Rheinland-Westphalen*. Bd. I. S. 366.

[4]) Jahresb. 1859. S. 904.

säure im Trachyt läfst sich anführen, dafs nach Breithaupt und Harkort[1]) in einigen Specien des Feldspath-Geschlechtes, neben Fluor, Phosphorsäure enthalten ist.

Von den Laven des *Aetna, Vesuv, Monte nuovo, Arso, Stromboli*, vom *Hekla* und anderen Vulkanen *Islands* besitzen wir 14 Analysen und zum Theil von zuverlässigen Chemikern. Keine einzige weiset aber Phosphorsäure nach; aber wohl defshalb nicht, weil nicht darauf geprüft wurde.

Durch Fownes Untersuchungen veranlafst, prüfte Sullivan[2]) in Beziehung auf Agriculturchemie, verschiedene Gesteine auf Phosphorsäure. Nach ihm enthielten folgende krystallinische Gebirgsarten und Mineralien Phosphorsäure. Granit vom *Odenwald* und aus *Schottland* (zwei Proben) ziemlich viel. Gneifs vom *Odenwald* ziemlich viel. Glimmerschiefer so viel, dafs salpetersaures Silberoxyd reagirte. Chloritschiefer ziemlich viel. Augitporphyr etwas mehr als Spuren. Basalt von *Giant's Causeway* so viel, dafs phosphorsaure Ammoniak-Magnesia gefällt werden konnte. Diorit, augithaltig, aus dem *Lahnthale* so viel, dafs die aus zwei Unzen erhaltene Menge durch salpetersaures Silberoxyd erkannt werden konnte. Hypersthen, eine im Diorit aus dem *Lahnthale* vorkommende Varietät, Spuren. Trapp von *Nordirland*, zum Grünstein gehörig, bald mehr bald weniger in verschiedenen Proben. Phonolith vom *Rhöngebirge* etwas mehr als Spuren. Phonolith-Tuff vom *Rhöngebirge* reichlich. Bimsstein vom *Laacher-See* ziemlich viel. Obsidian von *Lipari* beträchtlich. Glimmer vom *Spessart* sehr wenig, mehr aber eine *russische* Probe. Krystallisirte Hornblende sehr geringe Spuren. Krystallisirter Augit vom *Rhöngebirge* mehr als Spuren. Olivin vom *Vogelsberg* so viel, dafs die Phosphorsäure durch die Silberauflösung erkannt werden konnte. Sodalit vom *Vesuv* Spuren. Lepidolith so viel, dafs die Phosphorsäure einen wesentlichen Bestandtheil darin ausmachen mufs. Tinkal, *ostindischer*, enthielt sehr viel, in einigen Proben gegen 2,13 %[3]). Datholit, sowohl in einer Probe von *Andreasberg* am *Harz* als in einer *nordamerikanischen* Spuren[3]).

1) Poggendorff's Ann. Bd. IX. S. 182.

2) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVI. S. 251.

3) Das Vorkommen der Phosphorsäure neben Borsäure macht

Auch Thomson[1]) stellte viele Versuche über den Gehalt an Phosphorsäure in mehreren erdigen Mineralien an, und fand sie fast in allen[2]).

Das Zusammenvorkommen der Phosphorsäure und des Fluor in Mineralien führte Berzelius[3]) zur Entdeckung phosphorsaurer Salze (phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Thonerde) in den heifsen Quellen *Carlsbad's* und in ihren Absätzen. Die Phosphorsäure dieser Salze würde jährlich 55,6 Pfund Apatit geben. Seitdem wurde diese Säure in vielen Mineralquellen und auch in süfsen Quellen aufgefunden. In dem Wasser eines artesischen Brunnens zu *Wildegg* im Canton *Argau* in der *Schweiz* finden sich fast 5mal so viel phosphorsaure Salze (phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia) in gleicher Wassermenge, als in *Carlsbad's* Sprudel. Ohne dafs es durch Analysen nachgewiesen zu werden braucht, ergibt sich von selbst die Nothwendigkeit von der Gegenwart des phosphorsauren Kalk in allen Gewässern, welche dem Meere zufliefsen. In den Flüssen *Dee* und *Don* (Bd. I. S. 275) hat man sie auch gefunden und man wird sie in allen finden, wenn bei der Analyse darauf die Aufmerksamkeit gerichtet wird. Auch im Meere ist sie als phosphorsaurer Kalk durch Clemm und Forchhammer nachgewiesen worden (Bd. I. S. 442).

Durch folgende Versuche wurde die Löslichkeit der phosphorsauren Kalksalze in kohlensaurem Wasser ermittelt, indem dieselben fein zertheilt in Wasser eingerührt wurden, durch welches Kohlensäure einige Stunden lang strömte. Das Gewicht des aufgelösten Salzes wurde stets im wasserfreien Zustande bestimmt.

auf die Borsäure in den Suffioni (Kap. XXIII) und auf die übrigen borsäurehaltigen Mineralien in Betreff eines Phosphorsäuregehaltes aufmerksam.

[1]) Phil. Mag. Bd. XXVII. S. 310.

[2]) In der I. Aufl. Bd. I. S. 699 habe ich die wahrscheinlichen Ursachen angegeben, warum man in den genannten Gesteinen theils Phosphorsäure gefunden hat, theils nicht.

[3]) Gilbert's Ann. Bd. LXXIV. S. 136.

		Wasser mit Kohlensäure gesättigt.
1 Th.	Apatit löste sich in	393000 Th.
„ „	Apatit, nach starkem Schütteln	96570 „
„ „	künstlich dargestellter neutraler phosphorsaurer Kalk, wie er durch Fällung erhalten wird, löste sich in	1503 „
„ „	von demselben Salze, vorher getrocknet, in	2042 „
„ „	künstlich dargestellter basisch-phosphorsaurer Kalk, wie er durch Fällung erhalten wird, in	1102 „ [1])
„ „	von demselben Salze, vorher getrocknet, in	5432 „
„ „	von demselben Salze, vorher stark geglüht, in	13115 „
„ „	gebrannte Knochen, welche mehrere Jahre gelegen und wieder Kohlensäure angezogen hatten, gepülvert, in	2823 „ [2])
„ „	frische Ochsenknochen, geschabt, in . . .	4610 „ [3])
„ „	dergleichen, nachdem sie 18 Tage lang in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser gelegen hatten, in	4030 „
„ „	dergleichen, als Hobelspäne, eben so lange im Wasser gelegen, in	2981 „
„ „	gekochte Ochsenknochen, eben so lange in Wasser gelegen, in	3643 „
„ „	fossile Knochen, welche mindestens 30 Jahre vergraben gelegen hatten, gepülvert, in . .	5400 „ [4])
„ „	Elfenbein, als dünne Lamelle, ohne zu schütteln, in	36620 „
„ „	Elfenbein, als Feilspähne und geschüttelt, in	8152 „
„ „	desgleichen, in	5260 „

Man sieht, wie aufserordentlich verschieden die Löslichkeit der phosphorsauren Kalksalze, je nach ihrem verschiedenen Ursprunge und je nach ihren verschiedenen Beimischungen ist. Das basische Salz, der Apatit, fordert

[1]) Lassaigne (Compt. rend. T. XXIII. p. 1019) fand nahe damit übereinstimmend 1333 Th. mit Kohlensäure, unter dem gewöhnlichen Drucke und bei +8° R. gesättigtes Wasser.

[2]) Nach Liebig (Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LXI. S. 128) sind nur 1509 Th. mit Kohlensäure gesättigtes Wasser dazu erforderlich.

[3]) Lassaigne (Journ. chim. méd. (3) T. III. p. 11 und T. IV. p. 536) fand 6024 Th.

[4]) Lassaigne (ebend.) fand, dafs etwa 20 Jahre unter der Erde gewesene Knochen nur 3333 Th. mit Kohlensäure gesättigtes Wasser fordern.

356mal so viel Wasser zu seiner Lösung als dasselbe Salz, künstlich dargestellt. Man darf aber nicht vergessen, dafs der Apatit eine Verbindung von phosphorsaurem Kalk mit Chlorcalcium und Fluorcalcium ist, welche sich zum Wasser anders verhält als phosphorsaurer Kalk.

Dafs die thierischen Knochen bei weitem löslicher sind als der Apatit, ist gewifs eine sehr weise Einrichtung. Der phosphorsaure Kalk eines erwachsenen Ochsen geht in wenigen Jahren aus dem Mineralreiche durch das Pflanzenreich in dieses Thier über. Wären seine Knochen so schwerlöslich wie der Apatit: so würden sehr lange Zeiträume erforderlich sein, ehe sie wieder in die Ackererde zurückkehrten. Man kann annehmen, ein Knochen von 1 Zoll Dicke, frei auf dem Felde liegend, kommt in 300 bis 400 Jahren mit so viel Meteorwasser in Berührung, dafs seine vollständige Auflösung erfolgen könnte, wenn die Gewässer mit Kohlensäure gesättigt wären. Ein solcher Knochen würde daher, unter dieser Voraussetzung, 100000 bis 142000 Jahre zu seiner vollständigen Auflösung fordern, wenn er so schwerlöslich wie der Apatit wäre. Die Meteorwasser enthalten indefs nur sehr wenig Kohlensäure; dagegen wird letztere durch die in der Ackererde von Statten gehenden Fäulnifsprocesse geliefert; diese tragen daher gleichfalls zur Auflösung der Knochen bei. Gleichwohl würden unter jenen Voraussetzungen noch bei weitem gröfsere Zeiträume, als jene Berechnungen angeben, zur vollständigen Auflösung der Knochen erforderlich sein[1]).

Bemerkenswerth ist es, dafs sich nach Lassaigne 1 Th. basisch phosphorsaurer Kalk in 3150 Th. Wassers auflöst, welches $\frac{1}{12}$ seines Gewichts Chlornatrium enhält. Ein Gehalt des Wassers an Salmiak vermehrt noch mehr diese Löslichkeit. Da nun Chlornatrium ein gewöhnlicher Bestandtheil der Gewässer ist: so lernen wir in ihm ein

[1]) Da die Lösung der phosphorsauren Kalksalze durch die Kohlensäure im Wasser bedingt wird: so ergibt sich durch Rechnung dafs 1 Gewichtstheil Knochenerde 10 Gewichtstheile Kohlensäure zur Auflösung fordern. Es sind daher keineswegs sehr bedeutende Quantitäten dieser Säure zur Auflösung der Knochen erforderlich, und sie kann an Stellen, wo sich durch Fäulnifs fortwährend Kohlensäure entwickelt, ziemlich schnell erfolgen.

neues Auflösungsmittel des phosphorsauren Kalk kennen. Es würde von besonderem Interesse sein, wenn man untersuchte, ob auch die Löslichkeit des Apatit durch Chlornatrium im Wasser befördert wird.

Das Vorkommen des Apatit im Granit und anderen krystallinischen Gesteinen, die man zu den plutonischen zu zählen pflegt, ja selbst in Laven etc., welche entschieden auf feuerflüssigem Wege entstanden sind, führte zu der herrschenden Ansicht unter den Geologen, dafs auch der Apatit auf diesem Wege gebildet worden sei. Namentlich in Beziehung auf sein so häufiges Vorkommen im Granit stellte ich zu einer Zeit, wo ich selbst noch an der Ansicht festhielt, dieses krystallinische Gestein sei ein plutonisches, folgende Versuche an.

Gleiche Gewichtstheile von neutralem phosphorsaurem Kalk und künstlich dargestelltem kieselsaurem Natron wurden im Platintiegel stark geglüht, so dafs jedoch die Masse nicht zum Schmelzen kam. Nach Behandlung der geglühten Masse mit kochendem Wasser fand sich in demselben phosphorsaures Natron. In der Glühhitze hatten sich daher beide Salze theilweise zersetzt; denn es war auch noch kieselsaures Natron vorhanden.

Als 100 Th. feines Granitpulver mit 15 Th. basisch phosphorsaurem Kalk sehr stark geglüht wurden, löste siedendes Wasser aus der geglühten Masse nichts auf. Die kieselsauren Alkalien des Feldspath im Granit hatten demnach den phosphorsauren Kalk nicht zersetzt.

Als 100 Th. feines Granitpulver mit 15 Th. wasserfreiem phosphorsauren Natron geglüht und aus der geglühten Masse alles Lösliche mit heifsem Wasser extrahirt wurde, zeigte sich im Rückstande nur eine Spur einer unlöslichen phosphorsauren Verbindung, wahrscheinlich phosphorsaures Eisenoxyd.

Als endlich 50 Th. wasserfreies phosphorsaures Natron und 50 Th. kieselsaurer Kalk geglüht wurden, blieb nach der Extraction mit heifsem Wasser ein Rückstand von 59,35 Th., der aus 25,52 Th. basisch phosphorsaurem Kalk und 33,83 Th. Kieselsäure und kieselsaurem Kalk bestand.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dafs wenn in einer geschmolzenen Masse Kieselsäure, Alkalien, Phosphorsäure

und Kalk enthalten sind, die beiden letzteren als phosphorsaurer Kalk abgeschieden werden. Der in Laven vorkommende Apatit kann sich daher, wenn seine Bestandtheile in der geschmolzenen Masse enthalten waren, während ihrer langsamen Erstarrung herauskrystallisirt haben. Ob dies wirklich geschehen ist, oder ob nicht vielmehr der in den Laven enthalten gewesene phosphorsaure Kalk erst durch Gewässer ausgezogen wurde, und aus dieser Lösung der Apatit herauskrystallisirte, dies ist nicht zu entscheiden. Für den letzteren Fall spricht, daſs der Apatit nur in alten porösen Laven gefunden wird, und daſs auf Laven, welche ihn nicht mineralogisch nachweisbar enthalten, nach ihrer allmäligen Verwitterung ebensowohl Pflanzen wachsen, die nach ihrem Einäschern phosphorsauren Kalk liefern, als auf solchen, in denen Apatite vorkommen. Könnte aber Apatit aus geschmolzener Lava herauskrystallisiren: so müſste man erwarten, ihn auch auf den vor unseren Augen erstarrenden Laven zu finden, und um so mehr da Fownes in einer alten Lava geringere Reactionen auf Phosphorsäure als in einer neuen erhalten hatte. Dagegen zeigt der phosphorsaure Kalk in den auf Laven gewachsenen Pflanzen, daſs derselbe von Gewässern ausgelaugt wurde; denn die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen können nur auf wässrigem Wege von denselben aufgenommen werden[1]. Ebenso aber, wie dieses Salz in wässriger Lösung in die Pflanzen kommt, kann es auch aus einer wässrigen Lösung sich ausscheiden.

Als ich frisch gefällte neutrale phosphorsaure Kalkerde mit einer concentrirten Lösung von Chlorcalcium verdunstete und zuletzt bis zum Glühen erhitzte, entwickelte sich fortwährend Salzsäure und als die geglühte Masse mit Wasser ausgewaschen wurde, blieb ein Rückstand, der aus gleichen Aequivalenten phosphorsaurer Kalkerde und Chlorcalcium bestand. Diese Verbindung enthält daher 2 Aequivalente Chlorcalcium mehr als der Chlorapatit (S. 82).

[1]) Nach Lassaigne's Untersuchungen (Journ. chim. méd. (3) T. IV. p. 534 und Ann. de chim. et de phys. (3) T. XXV. p. 346) ist es kohlensäurehaltiges Wasser, welches phosphorsauren Kalk den Pflanzen zuführt. Dumas (Compt. rend. T. XXIII. p. 1018) ist derselben Ansicht.

Nichts scheint geeigneter zur Entscheidung der Frage, ob ein im Mineralreiche vorkommendes phosphorsaures Salz auf feuerflüssigem oder auf nassem Wege gebildet worden sei, als die Prüfung seiner Säure, ob sie gewöhnliche Phosphorsäure oder durch Glühen veränderte sei. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, glaubte Boussingault[1]), dafs die in krystallinischen Gesteinen vorkommenden Phosphate wohl Pyrophosphorsäure enthalten würden, während er in den Phosphaten der neueren Bildungen gewöhnliche Phosphorsäure erwartete. Seine Versuche haben aber diese Vermuthung nicht bestätigt; denn in allen untersuchten phosphorsauren Salzen fand er nur gewöhnliche Phosphorsäure[2]).

Daubrée[3]) erhielt, indem er Dämpfe von Phosphorchlorid über glühenden Kalk leitete, wobei die Absorption des ersteren unter lebhaftem Erglühen des letzteren vor sich ging, und die entstehende Masse mit Wasser und siedender Essigsäure behandelte, als Rückstand ein körniges Pulver von der Zusammensetzung des Chlorapatit, welches unter dem Mikroskop die Krystallform desselben zeigte.

Solche Versuche, auf künstlichem Wege Mineralsubstanzen darzustellen, sind immer dankenswerth. Für die Geologie haben sie aber keinen Werth; denn es hat gar keine Wahrscheinlichkeit, dafs jemals im Innern der Erde Phosphorchlorid existirt haben sollte. Chlor und Phosphor sind Substanzen, deren künstliche Darstellung complicirte chemische Processe voraussetzt, welche man im Mineralreiche unmöglich annehmen kann.

C. Boedeker[4]) fand, dafs phosphorsaurer Kalk, erhalten durch Fällung einer Lösung von Chlorcalcium mittelst etwas überschüssigem phosphorsaurem Natron, wenn ein Theil davon in so viel Salzsäure aufgelöst wird als

[1]) Ann. de chim. et de phys. T. LV. p. 185.

[2]) In der I. Aufl. Bd. I. S. 701 und 702 habe ich gezeigt, dafs die Untersuchung der phosphorsauren Salze des Mineralreichs nichts über ihre Bildung auf feuerflüssigem oder auf nassem Wege entscheiden kann.

[3]) Ann. des mines (4) T. XIX. p. 684.

[4]) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. LXIX. S. 206.

eben nöthig ist, und dazu der andere Theil gesetzt wird, einen Niederschlag bildet, der nach 2 Tagen unter dem Mikroskop sehr dünne, tafelförmige rhombische Prismen zeigte. Percy[1]) erhielt, als er frisch gefällten phosphorsauren Kalk in Wasser einrührte und Kohlensäure durchleitete, nach Verdunstung der klaren Lösung in gewöhnlicher Temperatur feine Schuppen. Dieser phosphorsaure Kalk, so wie der von Bödeker dargestellte, besteht aus 2 Aequivalenten Kalk, 1 Aequivalent Phosphorsäure und 5 Aequivalenten Wasser.

Beide Processe, welche man sich mit einigen Modificationen im Mineralreiche denken könnte, sind bemerkenswerth, weil durch sie krystallinischer wasserhaltiger phosphorsaurer Kalk erhalten wird. Percy erhielt durch sein Verfahren auch phosphorsaure Magnesia in schönen, in warmer Luft verwitternden Krystallen, die er aber noch nicht analysirt hat.

Lange erschien es als eine besondere Anomalie, dafs weder Apatit in der Form anderer Mineralien, noch diese in der Form von jenem vorkommt. Indefs eine Pseudomorphose von Apatit in Formen eines unbekannten Minerals von *Schlaggenwalde* in *Böhmen* war durch Zippe bekannt. In einem deutlichen Exemplar dieser Pseudomorphose erkannte Breithaupt die Formen von Eisenvitriol[2]). Nach Hausmann und Th. Scherer[3]) läfst sich aber die Form des *Schlaggenwalder* Apatit auf die des Prosopit zurückführen und Winkelverhältnisse, chemische Zusammensetzung und innerer Bau sprechen nach Scheerer dafür, dafs jener eine Pseudomorphose nach Prosopit oder nach einem mit diesem biax-isomorphen Mineral, etwa Herderit sei. Sillem[4]) führt an, dafs in seiner Sammlung Pseudomorphosen von Apatit in Formen von Pyromorphit aus der Grube *Churprinz* bei *Freiberg* nicht fehlen; eine nähere Beschreibung derselben gibt er aber nicht.

[1]) Phil. Mag. (3) Bd. XXVI. S. 194.

[2]) Blum zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 137.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XCII. S. 612 ff.

[4]) Neues Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1848. S. 388.

Rammelsberg[1]) führt an, dafs diese von Breithaupt als Pseudoapatit bezeichnete Substanz schon von Plattner qualitativ geprüft und auch von O. Erdmann untersucht worden sei. Nach Rammelsberg braust das Mineral schwach mit Säuren und hat die Zusammensetzung:

Phorphorsäure	40,30	} 88,68 (Phorphorsäure + Kalkerde)
Kalkerde	48,38	} 53,78 (Kalkerde + Kalkerde)
Kalkerde	5,40	
Magnesia	0,14	
Eisenoxyd	1,78	
Kohlensäure (Verlust)	4,00	
	100	

Dieser Pseudoapatit ist also ein durch Zersetzung angegriffener Apatit, was auch sein Ansehen deutlich zeigt.

Wahrscheinlich ist dieses Mineral mit Gewässern, welche kohlensaure Alkalien enthielten, in Berührung gekommen und dadurch ein Antheil Phosphorsäure mit den Alkalien verbunden fortgeführt worden, und an dessen Stelle kohlensaurer Kalk getreten.

Der Apatit hält kein Wasser, während die künstlich dargestellte basisch phosphorsaure Kalkerde, welche ebenso zusammengesetzt ist wie der phosphorsaure Kalk im Apatit, und auch die künstlich dargestellte neutrale phosphorsaure Kalkerde wasserhaltig sind. Der Dihydrit zeigt übrigens, dafs auch im Mineralreiche wasserhaltiger phosphorsaurer Kalk vorkommt. Aus dem Wassergehalte eines Minerals, besonders wenn das Wasser bei gelinder Hitze fortgetrieben werden kann, ist zu schliefsen, dafs es nicht auf plutonischem Wege gebildet sein kann; aber nicht umgekehrt kann geschlossen werden, dafs wasserfreie Mineralien plutonische Erzeugnisse sein müssen; denn aus wässrigen Salzlösungen krystallisiren theils wasserhaltige, theils wasserfreie Salze.

Nach der Kalkerde finden wir die Thonerde am häufigsten mit Phosphorsäure und in einigen Mineralien zugleich mit anderen Basen verbunden. Nur im Amblygonit ist die phosphorsaure Thonerde im wasserfreien, im Wavellit, in der phosphorsauren Thonerde, im Gibbsit, im

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXV. S. 297.

Lazulith und Kalait dagegen im wasserhaltigen Zustande. Die künstlich durch Fällung eines aufgelösten Thonerdesalzes, mittelst einer Lösung von gewöhnlichem phosphorsauren Natron, erhaltenen Verbindungen der Phosphorsäure mit Thonerde sind ebenfalls wasserhaltig. H. Ludwig[1]) stellte eine solche Verbindung von der Zusammensetzung des Gibbsit dar, welche wie dieser amorph war.

Nur in den sehr seltenen Mineralien, Wagnerit und Talkapatit, findet sich die Phosphorsäure mit Magnesia verbunden, und zwar im wasserfreien Zustande. Die Verschiedenheit, dafs das künstliche Salz Krystallwasser enthält, der Wagnerit aber nicht, könnte vom Magnesiumfluorür herrühren, welches ein wesentlicher Bestandtheil desselben ist.

Das Mineralreich liefert uns demnach Verbindungen der Phosphorsäure mit Kalk, Magnesia, Lithion, Natron, Thonerde, Yttererde[2]), Zirkonerde (im Edwardsit), Ceroxyd und Lanthanoxyd, abgesehen von den phosphorsauren Metallsalzen. Verbindungen der Phosphorsäure mit Baryterde, Strontianerde, Beryllerde und Thorerde kennt man nicht.

Bemerkenswerth ist die häufige Begleitung der phosphorsauren Salze von Fluorüren im Mineralreiche. Nur im Monazit, Edwardsit, Lazulith, Sordawalith und Kalait, und in der phosphorsauren Thonerde vermissen wir die letz-

[1]) Archiv für Pharmacie. Bd. LIX. S. 19.

[2]) Die phosphorsaure Yttererde (Ytterspath), welche auf der Insel *Hitteröe* in *Norwegen* und auf *Ytterby* in *Schweden*, hier zugleich mit dem Silicat der Yttererde, mit Gadolinit vorkommt, zeigt in den Granitgängen auf jener Insel ihre Bildung durch einen Auslaugeprocefs auf eine entschiedene Weise. Sie verwittert leicht und wird von den Gewässern gänzlich fortgeführt, wie dies die im Granit von *Hitteröe* zurückgelassenen hohlen Räume zeigen.

Der Ytterspath findet sich auf *Hitteröe* mit den andern dort vorkommenden Mineralien, mit Orthit, Titaneisen Malakon und Polykras häufig verwachsen; der Gadolinit macht jedoch eine Ausnahme. Bemerkenswerth ist, dafs der Ytterspath nicht das einzige Phosphat ist, welches gern mit dem von ihm chemisch ganz verschiedenen Malakon vorkommt; denn auch Apatit und Monazit finden sich in der Regel mit Malakon verwachsen. Wo aber die letzten Phosphate auftreten, fehlt der Ytterspath gänzlich. (Zschau im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1855. S. 518 ff.)

teren. Beim Apatit, bei der phosphorsauren Yttererde, beim Amblygonit, Wavellit und Wagnerit ist als entschieden anzunehmen, dafs Phosphorsäure und Fluor mit gleichen Basen und Metallen verbunden sind. Im Apatit finden wir mit dem phosphorsauren Kalk theils Fluorcalcium, theils Chlorcalcium, theils beide zugleich.

Um das chemische Verhalten des phosphorsauren Kalk zu anderen, in der Natur vorkommenden Salzen kennen zu lernen, wurden das neutrale und das basische Salz künstlich dargestellt, obwohl, da nur letzteres im Mineralreiche vorkommt, die Versuche mit ersterem für unsern Zweck keine Bedeutung haben konnten. Beide phosphorsaure Kalksalze wurden in reinem Wasser eingerührt, Kohlensäure einige Stunden lang durchgeleitet und die Auflösung decantirt. Diese Auflösung wird durch kieselsaure Alkalien zersetzt (Kap. I. No. 18).

Wenn daher kohlensaure Gewässer in einem krystallinischen Gesteine, z. B. im Granit, Apatit und gleichzeitig kieselsaures Alkali aus dem Feldspathe auflösen: so wird dieselbe Zersetzung von Statten gehen. Gewässer, welche beide Salze aufgelöst haben, werden mithin keinen phosphorsauren Kalk fortführen und absetzen, sondern nur phosphorsaures Natron aufnehmen, und kieselsauren Kalk absetzen. Da jedoch Apatit viel leichter aufgelöst, als Feldspath zersetzt wird: so ist zu begreifen, wie Gewässer, welche durch apatithaltige, krystallinische Gesteine dringen, den aufgelösten phosphorsauren Kalk dennoch als solchen grofsentheils fortführen können.

Da die in kohlensaurem Wasser aufgelösten phosphorsauren Kalksalze auch durch kohlensaure Alkalien zersetzt werden (Kap. I. No. 19): so werden, wenn solche Gewässer in einem Gesteine gleichzeitig Apatit auflösen und durch Zersetzung von Feldspath kohlensaure Alkalien aufnehmen, jener in kohlensauren Kalk und diese in phosphorsaure Alkalien umgewandelt. Da phosphorsaurer Kalk und kohlensaure Alkalien unverträgliche Salze sind: so kann in den natroncarbonathaltigen Mineralwassern die Phosphorsäure, wenn sie vorhanden ist, nicht an Kalk, sondern nur an Natron gebunden sein. In dieser Verbindung findet sich auch die Phosphorsäure nicht selten in Mineralquellen.

In dem unlöslichen Rückstande der Mineralwasser finden sich aber auch manchmal phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Thonerde, welche, wie die kohlensauren Erden, Eisen- und Manganoxydul, in freier Kohlensäure gelöst waren. Da man jene phosphorsauren Erden auch in denjenigen Mineralwassern findet, welche kohlensaures Natron enthalten: so ist schwierig einzusehen, wie sie neben dem kohlensauren Alkali existiren und noch mehr, wie sie auch beim Abdampfen des Wassers unzersetzt bleiben können. Die Gegenwart von Phosphaten von Kalk und Thonerde in *Carlsbad's* Sprudelsteinen zeigt, dafs ein Mineralwasser, welches Phosphorsäure enthält, auch dann phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Thonerde mit dem kohlensauren Kalk u. s. w. fallen läfst, wenn der Absatz nur eine Folge der Verflüchtigung der Kohlensäure ist.

In der Auflösung der phosphorsauren Kalksalze in kohlensaurem Wasser geben auch Fluornatrium und Ammoniak Niederschläge. Durch jenes entsteht Fluorcalcium, welches niederfällt, und phosphorsaures Natron, welches in Auflösung bleibt. Durch diesen Procefs kann möglicherweise den fossilen Knochen nach und nach Fluor zugeführt werden. Die Fällung des phosphorsauren Kalk durch Ammoniak, welche bekanntlich stets stattfindet, wenn jenes Salz in irgend einer Säure aufgelöst ist, zeigt an, dafs in der Dammerde dieselbe Zersetzung eintritt, wenn das durch Fäulnifs entwickelte Ammoniak mit einer Auflösung des phosphorsauren Kalk in kohlensaurem Wasser zusammentrifft.

Die Zersetzung des Wavellit nach dem Verfahren von Berzelius [1]) und Fuchs [2]) zeigt, dafs phosphorsaure Thonerde und kieselsaures Alkali auf nassem Wege nicht neben einander bestehen können. Die phosphorsaure Thonerde im Wavellit kann sich daher nicht aus Thonerdesilicat, welches mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron in Berührung gekommen wäre, gebildet haben. Nach meinen Versuchen (I. Aufl. Bd. I. S. 720) ist es auch nicht wahrscheinlich, dafs sich der Wavellit durch gegen-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. XXVII. S. 63.
[2]) Ebend. Bd. XXIV. S. 126.

seitige Zersetzung von kieselsaurer Thonerde und phosphorsaurem Kalk in wässriger Lösung gebildet habe.

Da basisch-phosphorsaure Thonerde, nachdem sie Berzelius im *Carlsbader* Sprudel entdeckt hatte, in mehreren anderen Mineralquellen gefunden wurde: so steht einer Bildung des Wavellit auf nassem Wege um so weniger etwas entgegen, als Fluor, wie namentlich in jenem Thermalwasser, ein Begleiter der basisch-phosphorsauren Thonerde ist. Dasselbe Wasser konnte daher das Material zu diesem Doppelsalze aus basisch-phosphorsaurer Thonerde und Fluoraluminium liefern. Aus welchem phosphorsäurehaltigen Mineral aber die phosphorsaure Thonerde in Mineralquellen extrahirt ist, bleibt noch zu untersuchen übrig. Die löslichen Thonerdesalze, z. B. die schwefelsaure Thonerde, werden durch phosphorsaures Natron zersetzt und phosphorsaure Thonerde fällt nieder. Die Gegenwart des phosphorsauren Natron in Gewässern haben wir nachgewiesen, die schwefelsaure Thonerde bildet sich häufig da, wo Eisenkiese in Thonlagern verwittern, und manche Quellen zeigen auch die Gegenwart dieses schwefelsauren Salzes. Ob aber das Vorkommen des Wavellit, vorzugsweise in Gängen und Klüften des Thonschiefer, zu einer solchen Bildung von phosphorsaurer Thonerde berechtigt, wollen wir dahin gestellt lassen. Die Bildung von phosphorsauren Metallsalzen auf diese Weise findet gewiſs statt. Der Wassergehalt des Wavellit und sein Vorkommen als Ueberzug auf Klüften und Höhlungen von Brauneisenstein schlieſst jede Bildung auf feuerflüssigem Wege aus [1]).

Phosphorsaure Thonerde gehört zwar zu den schwerlöslichen Substanzen; indeſs in mit Kohlensäure gesättigtem Wasser kann ihre Löslichkeit doch wahrgenommen

[1]) In Blöcken körnigen Kalks, angeblich ausgeworfen bei der Eruption des *Vesuv* im Jahre 1822, wird er zwar gefunden; ein wasserhaltiges Mineral kann aber kein vulkanisches Erzeugniſs sein. Ohne Zweifel ist dieser Wavellit aus Phosphorsäure und Thonerde im körnigen Kalk: erst lange nach seinem Auswurfe gebildet worden. Stammte dieser Kalk von dem *Apenninenkalk* ab, durch welchen die Eruptionskanäle gehen: so ist mit Bestimmtheit auf einen Phosphorsäuregehalt in diesem sedimentären Kalksteine zu schlieſsen.

werden. Ich fand, dafs 1 Th. phosphorsaure Thonerde sich approximativ in 6828000 Th. mit Kohlensäure gesättigtem Wasser auflöst. Im *Carlsbader* Sprudel ist, nach Berzelius, $\frac{1}{3125000}$ basisch-phosphorsaure Thonerde aufgelöst; also ungefähr noch einmal so viel als jene Versuche gegeben haben. Phosphorsaures Eisenoxydul ist im kohlensauren Wasser noch schwerer löslich als phosphorsaure Thonerde.

Da eine Lösung von phosphorsaurem Kalk in kohlensaurem Wasser eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul zersetzt (Kap. I. No. 20) [1]) und der gebildete schwefelsaure Kalk viel leichter löslich als irgend ein phosphorsaures Kalksalz in kohlensaurem Wasser ist: so findet er Wasser genug zu seiner Auflösung. Beim Zusatze von löslichen schwefelsauren Salzen zur Auflösung des phosphorsauren Kalk zeigte sich auch nicht die mindeste Trübung.

Da der Vivianit in Erzgängen sehr häufig in Begleitung mit Eisenkies und Magnetkies vorkommt, da man ihn im Innern von Bivalven in einem Thoneisensteinlager (*Kertsch* in der *Krim*) als Ausfüllung von Belemniten und Gryphiten in einer Eisensandsteinformation (*Mullica-Hill* und *Allentown* in *New-Jersey*) gefunden hat[2]): so berechtigt einerseits jene Begleitung von Eisenkies u. s. w. wohl zur Vermuthung, dafs der durch Oxydation zu Eisenvitriol gewordene Eisenkies, und andererseits dafs der phosphorsaure Kalk in jenen Versteinerungen die Materialien zur Bildung des phosphorsauren Eisenoxydul geliefert haben.

Wie auf Kosten phosphorsauren Kalks in Knochen dieses Mineral entstehen könne, zeigt ein merkwürdiges Vorkommen desselben in einem Schachte der *Scharley-Galmei-Grube* in *Oberschlesien*. In einer Tiefe von 8 bis 9 Lachter fand man nämlich ein menschliches Skelett. Bei der Zersplitterung eines Knochens zeigten sich in seinem

[1]) Eine Auflösung von basisch phosphorsaurem Kalk in kohlensaurem Wasser gibt einen reichlicheren Niederschlag als das neutrale Salz, weil dieses schwerer löslich als jenes ist.

[2]) Bei Dr. Krantz sah ich Vivianit in einer tertiären Muschel (Cardium acardo).

Innern Krystalle von Vivianit. Dies veranlafste, einen zweiten Knochen am Oberschenkel durchzusägen, worin man drei freistehende Vivianitkrystalle und vier andere, welche aus dem Innern herausgefallen waren, fand. Auch im Sägeschnitte bemerkte man blaugraue Punkte, welche gleichfalls kleine Vivianitstücke zu sein schienen. Es fand also auch im Innern der Knochensubstanz eine solche Bildung statt. Wie lange das Skelett dort gelegen haben mag, läfst sich nicht angeben. Der Bergbau zu *Scharley* hatte schon im 13. Jahrhundert begonnen. Nach dem Fundorte ist anzunehmen, dafs es Bergbau auf Bleierz war, als jener Bergmann verunglückte, und da dieser Bergbau seit beinahe 300 Jahren aufgehört hat: so ergibt sich hieraus ein hohes Alter jener Knochen. Der alte Bau, in welchem sie gefunden wurden, könnte jedoch blos eine Versuchsarbeit auf Galmei gewesen sein, in welchem Falle sich ein geringeres Alter ergeben würde [1]).

Das phosphorsaure Kupferoxyd im *Virneberg* bei *Rheinbreitbach* scheint aus gesäuertem Kupferkies entstanden zu sein. Es findet sich hauptsächlich am Ausgehenden des Ganges im Thonschiefergebirge und in der Nähe offener Zerklüftungen, von Ziegelerz, Chalcedon und Quarz begleitet. Das Ziegelerz, ein Gemenge aus erdigem Kupferoxyd und Eisenocher, ist ohne Zweifel durch Umwandlung von Kupferkies entstanden; denn es zeigt Umwandlungspseudomorphosen von letzterem und kommt unter ähnlichen Verhältnissen, wie dieser, und mit ihm vor. Jenes Vorkommen am Ausgehenden des Ganges und in der Nähe von Zerklüftungen weiset deutlich nach, wie die Gewässer, welche phosphorsaure Salze, wahrscheinlich phosphorsauren Kalk, enthielten, von oben herab gekommen sind, sei es, dafs sie dieses Phosphat dem Gebirgsgesteine oder den darin enthaltenen organischen Ueberresten entnommen haben.

Da phosphorsaurer Kalk und kohlensaures Eisenoxydul, beide in kohlensaurem Wasser aufgelöst sich gegen-

[1]) Nach Mittheilungen von Carnall's in einer Sitzung der physikalischen Section der Niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn am 3. Dec. 1846.

seitig zersetzen (Kap. I. No. 20): so ist es begreiflich, dafs sich Vivianit auch aus kohlensaurem Eisenoxydul bilden kann. Dadurch wird die Sache noch einfacher; denn man braucht in diesem Falle keine vorausgegangene Oxydation von Schwefeleisen anzunehmen, um die Bildung des schwefelsauren Eisenoxydul zu erklären: kohlensaures Eisenoxydul findet sich fast überall in Gewässern. Tropfen kohlensaure Gewässer [1]), welche kohlensaures Eisenoxydul enthalten, auf phosphorsauren Kalk: so lösen sie vom Phosphate auf, und es schlägt sich phosphorsaures Eisenoxydul nieder. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs auf diese Weise die Bildung des Vivianit in jenem Menschenknochen von Statten gegangen ist.

Wo sich, wie z. B. auf den *Pampas* am *La Plata*, grofse Quantitäten von Knochen finden, mit denen eisenhaltige kohlensaure Gewässer in Berührung kommen, ist die Möglichkeit einer grofsartigen Bildung von phosphorsaurem Eisenoxydul gegeben, welche mit der völligen Auflösung der Knochen endigt. So mag vielleicht das merkwürdige Lager von phosphorsaurem Eisenoxydul, welches Dieffenbach und Hooker [2]) in den antarctischen Regionen, in der Nähe der Inseln *Painde-Sucre* antrafen, entstanden sein.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs das von Fuchs [3]) analysirte phosphorsaure Eisenmangan, welches sich bei *Zwisel* im *bayerschen Walde* im Granit findet, ein durch eisen- und manganoxydul-carbonathaltige Gewässer um-

[1]) Damit sind keineswegs wirkliche Sauerwasser gemeint; denn von diesen ist am wenigsten anzunehmen, dafs sie von oben herabfliefsen. Alle Tagewasser enthalten, wenn auch noch so spärliche Quantitäten Kohlensäure, vermöge welcher sie, wie die tägliche Erfahrung zeigt, Minima von kohlensaurem Eisenoxydul aufnehmen können. Boussingault und Lewy (Journ. des Débats 1852. 16. Dec.) fanden in der Luft, welche in den Zwischenräumen der Ackerkrume enthalten ist 22 bis 23mal so viel Kohlensäure als in der atmosphärischen Luft, ja, wenn der Boden frisch gedüngt war, das 245fache des Gehalts der letzteren. Knochen, welche in solchem Boden liegen, werden in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit aufgelöst werden (vrgl. S. 243).

[2]) L'Institut 1845. No. 593.

[3]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XVIII. S. 501.

gewandelter Apatit sei. Dieses Mineral hat eine dem Apatit gleichmäfsige Zusammensetzung und enthält auch Fluor.

Kommen umgekehrt kohlensaure Gewässer, welche basisch-phosphorsauren Kalk aufgelöst enthalten, mit Eisenoxydulsilicat in Berührung: so ist wohl zu begreifen, wie durch Zersetzung desselben durch die freie Kohlensäure erst kohlensaures (Kap. I. No. 1[d]) dann phosphorsaures Eisenoxydul sich bilden kann. Vielleicht dafs sich die Vivianite in basaltischen Gesteinen und in basaltischer Lava auf diese Weise gebildet haben.

Wegen gegenseitiger Zersetzung des phosphorsauren Kalk und des kohlensauren Eisenoxydul, würden diese beiden Salze in Mineralwassern nicht neben einander bestehen können, sofern das kohlensaure Wasser mit dem ersteren Salze gesättigt wäre. Nach den bisherigen Analysen von Mineralwassern findet daher eine solche Sättigung nie statt; im Gegentheile ist der phosphorsaure Kalk meist nur in äufserst geringer Menge vorhanden. Im *Carlsbader* Wasser z. B. beträgt er nach Berzelius nur $\frac{1}{4500000}$; mithin nur $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{47}$ von der Menge, welche das Wasser vom Apatit bis zur Sättigung aufnehmen kann. Bei einer solchen Verdünnung bleibt ohne Zweifel das phosphorsaure Eisenoxydul im kohlensauren Wasser aufgelöst. Dafs übrigens beim Abdampfen solcher Mineralwasser wirklich phosphorsaures Eisenoxydul entsteht, zeigt das *Carlsbader*; denn das Eisenoxyd, welches Berzelius bei der Analyse erhielt, gab vor dem Löthrohre Phosphoreisen. Ueber die Umwandlung von Vivianit in Beraunit vgl. Bd. III. Erz-Kap.

Das häufige Vorkommen der phosphorsauren Magnesia im Pflanzen- und Thierreiche, wenn auch in geringeren Quantitäten als der phosphorsaure Kalk, dagegen das sehr seltene Vorkommen jenes phosphorsauren Salzes im Mineralreiche nur in den sehr seltenen Mineralien, Wagnerit und Talkapatit, gab die Veranlassung zu einigen vergeblichen Versuchen (I. Aufl. Bd. I. S. 731), um Processen auf die Spur zu kommen, wodurch phosphorsaurer Kalk in phosphorsaure Magnesia umgewandelt wird. Phosphorsaure Ammoniak-Magnesia kann sich nicht bilden, wenn kohlensaure Gewässer, welche basisch-phos-

phorsaure Kalkerde enthalten, mit Magnesiasilicaten und mit Ammoniak, welches sich etwa in der Dammerde aus faulenden organischen Ueberresten bildet, in Berührung kommen. Da aber der phosphorsaure Kalk auf nassem Wege durch alkalische Silicate und Carbonate in phosphorsaure Alkalien zerlegt wird: so können durch letztere phosphorsaure Magnesiasalze entstehen (Kap. I. No. 18 u. 19).

Die Vermuthung lag nahe, dafs vielleicht in dem am meisten verbreiteten phosphorsäurehaltigen Mineral, im Apatit, geringe Quantitäten Magnesia den bisherigen Analysen möchten entgangen sein. Ich prüfte daher Apatite von *Schlackenwalde*, von *Ehrenfriedersdorf*, von *Estremadura*, von *Arendal*, vom *Laacher-See*, aus einem erratischen Granit in der Gegend von *Berlin* und fand in allen zwar nur geringe, aber deutlich nachweisbare Quantitäten dieser Erde. Im Phosphorit von *Amberg* war die Gegenwart der Magnesia zweifelhaft (I. Aufl. Bd. I. S. 731).

Die allgemeine Verbreitung der Phosphorsäure in den Gesteinen, und als Folge davon das eben so häufige Vorkommen in Gewässern überhebt uns aller Hypothesen über den plutonischen Ursprung des Apatit und der anderen phosphorsauren Salze. Wenn es auch nicht immer nachgewiesen werden kann, an welche Basen die Phosphorsäure in den Gesteinen und Gewässern gebunden ist: so berechtigen doch die bisherigen Untersuchungen zu dem Schlusse, dafs sie am häufigsten an Kalk gebunden vorkommt. Die Gewässer lösen die geringen nur chemisch nachweisbaren Mengen phosphorsaurer Salze in den Gesteinen auf, und setzen dieselben da wo sie stagniren und verdunsten wieder ab. Wer kann zweifeln, dafs die kleinen wasserhellen Apatitkrystalle in Drusen des Phosphorit (S. 235) Absätze aus Gewässern sind, welche dieses Mineral durchdrungen und die Bestandtheile des Apatit extrahirt haben. Chlor und Fluor konnten in diesem Phosphorit nicht nachgewiesen werden; sie mögen aber so wenig betragen, dafs sie nicht mehr aufzufinden sind; die Gewässer konnten aber auch vor ihrem Eindringen in den Phosphorit schon diese Bestandtheile aus anderen Gesteinen aufgenommen haben. Gewässer, wie die heifsen *Carlsbad's*, enthalten alle Elemente für die Bildung des Apatit:

und das so häufige Vorkommen des Fluor in Gewässern berechtigt zu dem Schlusse, dafs sie in den meisten Fällen vorhanden sein werden [1]).

Das Vorkommen des Apatit im Granit und anderen krystallinischen Gesteinen kann seinen plutonischen Ursprung nicht beweisen; denn wenn der Granit, nach der herrschenden Ansicht der Plutonisten, ein plutonisches Gestein sein sollte: so ist er so wie er jetzt ist, gewifs nicht aus dem Innern der Erde hervorgekommen. Sein Quarz kann keine Ausscheidung aus einer feuerflüssigen Masse sein. Haben sich aber seine Gemengtheile, Quarz, Feldspath und Glimmer erst später durch Processe auf nassem Wege ausgeschieden: so kann auch der Apatit, den man in mehreren Graniten findet, ein solches Ausscheidungsproduct sein, und um so mehr, da seine Löslichkeit im Wasser nicht eine Vermuthung, sondern eine Thatsache ist. Jedenfalls müfsten die Plutonisten eine doppelte Bildungsart annehmen; denn der Apatit in sedimentären Gesteinen, in Spalten und Drusenräumen kann unmöglich auf feuerflüssigem Wege gebildet worden sein.

Was die übrigen phosphorsauren Mineralien betrifft: so zeigt ihr Vorkommen und zum Theil ihr Wassergehalt, dafs von ihnen gar keine andere Bildungsart als auf nassem Wege angenommen werden kann.

Die Phosphorsäure geht aus dem Mineralreiche in das Pflanzenreich und aus diesem in das Thierreich über, und concentrirt sich im letzteren in hohem Grade, da sie ein Hauptbestandtheil der thierischen Knochen ist [2]). Durch

[1]) Sullivan (Phil. Mag. T. XXV. p. 229) fand Fluor fast eben so verbreitet wie Phosphorsäure in Gebirgsarten.

[2]) Die schnelle Entwicklung der Thiere, und mithin die in verhältnifsmäfsig kurzen Zeiten in so reichlicher Menge erfolgenden Absätze der in ihnen enthaltenen unorganischen Substanzen, namentlich der phosphorsauren und kohlensauren Kalkerde, zeigt, dafs diese Absätze im organischen Reiche bei weitem schneller als im unorganischen Reiche erfolgen. Da ferner das Wachsthum der Thiere meist schneller als das der Pflanzen von statten geht: so erfolgten auch die Absätze der unorganischen Bestandtheile in jenem Reiche in viel kürzerer Zeit als in diesem. Ein Ochs, dessen Knochen ungefähr 9,5 % von seinem Gewichte, mithin dieses Gewicht zu 500 Pfd. angenommen, 47,5 Pfd. betragen, worin etwa 26,6 Pfd. phosphor-

Fäulnifs der organischen Substanzen und der Ausschei-

saure Erden enthalten sind, vollendet sein Wachsthum ungefähr in 5 Jahren, während das Wachsthum einer Eiche, deren unorganische Bestandtheile 0,4 % von ihrem Gewichte betragen, worin 0,00014 Phosphorsäure enthalten sind, Jahrhunderte lang fortdauert. Dieser Unterschied ist leicht zu begreifen, wenn man berücksichtigt, dafs den Pflanzen die unorganischen Bestandtheile nur so weit herum und so tief hinab aus dem Boden zugeführt werden, als ihre Wurzeln reichen. Auf eine mühsame Weise müssen sie daher diese Bestandtheile sammeln, und namentlich die phosphorsauren Salze, welche im Boden sehr spärlich, in ihnen aber in so reichlicher Menge vorhanden sind. In den Kalkkorallen beträgt der phosphorsaure Kalk nur 0,3—2,1 % (vgl. S. 265); kaum ist daher zu erwarten, dafs es einen anderen Boden geben würde, in welchem dieses Phosphat in gröfserer Menge vorhanden ist, als in dem der Koralleninseln. Wie wenig beträgt dagegen die Phosphorsäure in einem aus krystallinischen Gesteinen entstandenen Boden, da wir nur durch die empfindlichsten Reagentien diese Säure in diesen Gesteinen noch nachzuweisen vermögen.

Ganz anders verhält sich's dagegen mit der Aufnahme der Phosphorsäure durch die Thiere. Diese haben sie nicht mühsam im Boden aufzusuchen, sondern sie wird ihnen mit ihren Nahrungsmitteln und mit ihrem Getränke, namentlich den Carnivoren, in so reichlicher Menge zugeführt, dafs sie dieselbe, namentlich als phosphorsaure Magnesia grofsentheils wieder absondern müssen (I. Aufl. Bd I. S. 751).

Kaum kann ein anderer Vorgang im organischen Reiche ein anschaulicheres Bild von den massenhaften Absätzen unorganischer Substanzen geben, als die Absätze der phosphorsauren Kalkerde im thierischen Organismus aus dem Blute, welches, wie das des Ochsen, nur 0,02 % von diesem Phosphate enthält.

Im Mineralreiche gibt es kein Doppelsalz von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, wie wir es in den Knochen der Thiere finden. Ein solches Doppelsalz kann also nur der thierische Organismus bilden. Man möchte vermuthen, dafs es der Knochenleim ist, der diese Verbindung zu Stande bringt und die Krystallisation der beiden Kalksalze als ein Doppelsalz oder als einzelne Salze im thierischen Körper verhindert. Vielleicht ist es sogar der Knochenleim, welcher die Knochenmasse geschickt macht, die verschiedensten Formen, wie sie die thierischen Körper fordern und wie sie in der gröfsten Mannichfaltigkeit an Gröfse und Gestalt, als feinste Fischgräte und als colossale Elephantenknochen, in den verschiedenen Thieren vorkommen, anzunehmen. Für diese Vermuthung, dafs der thierische Leim die Krystallisation im thierischen Körper verhindert, spricht, dafs (S. 266) durch Fäulnifs die Knochen zum Krystallisiren kommen.

dungen aus denselben kehrt sie wieder in das Mineralreich zurück, und liefert Material zur Bildung neuer phosphorsaurer Salze, wie unter anderen der Vivianit auf eine auffallende Weise zeigt. Die phosphorsauren Salze, welche dem Meere zugeführt werden, sind einem ähnlichen Kreislaufe unterworfen. (I. Aufl. Bd. I. S. 741 und 746 bis 753.)

Die von Bronn[1]) zusammengestellten Analysen fossiler Fischreste weisen bedeutende Quantitäten phosphorsaurer Kalkerde und Magnesia nach. Die Fischknochen und Zähne im alten devonischen Sandsteine am *Burtneck-See* in *Lievland* haben von ihren ursprünglichen Bestandtheilen sehr wenig eingebüfst. Auf der andern Seite zeigen die vergleichenden Untersuchungen, welche Marcel de Serres und L. Figuier[2]) mit frischen und in der Jetztzeit im *Mittelländischen Meere* versteinernden Muschelschalen, so wie mit den in früheren Formationen petrificirten angestellt haben, dafs die chemischen Veränderungen bei der Versteinerung hauptsächlich in einer Verminderung der thierischen Materie, in einem gänzlichen Verschwinden des phosphorsauren und in einer Vermehrung des kohlensauren Kalk und des Eisenoxyd bestehen.

Der phosphorsaure Kalk, welcher in den thierischen Ueberresten der sedimentären Formationen vergraben liegt, stammt vom Meere ab, und wird von den das Gestein durchdringenden Meteorwassern nach und nach wieder aufgelöst. Knochen, welche mit Gewässer gar nicht in Berührung kommen, werden sich natürlich eben so lange unverändert erhalten, wie unorganische Körper unter denselben Umständen[3]). Es ist daher leicht zu begreifen, wie fossile Knochen in sedimentären Gesteinen bald mehr, bald weniger, bald gar keinen phosphorsauren Kalk enthalten.

Was von den fossilen Knochen der Meerthiere bemerkt wurde, gilt auch von denen der Landthiere. So fanden Apjohn und Stokes in fossilen Knochen aus einer untergegangenen riesenhaften Elendthier-Art aus

[1]) Geschichte der Natur. Bd. II. S. 680.

[2]) Compt. rend. 1846. T. XXII. p. 1050.

[3]) Der ganze Flächenraum der *Pampas* am *La Plata* scheint ein grofses Grab vorweltlicher Thiere zu sein. Darwin's Naturwissenschaftliche Reisen. Bd. I. S. 151.

Irland 43,45 % phosphorsaure Kalkerde und Magnesia, ja sogar noch 48,87 % thierische Materie. Nach Lassaigne enthalten die fossilen Zähne vom Bären, Ursus spelaeus, und vom Anoplotherium phosphorsauren Kalk als vorherrschenden Bestandtheil. Dagegen fand v. Bibra[1]) in fossilen Knochen, wahrscheinlich von Säugethieren aus der untersten Schicht des Keuperkalk von *Schwebheim* bei *Schweinfurt*, auch nicht eine Spur von Phosphorsäure. Aufser 4 % Kalk ist nichts von der ursprünglichen Mischung mehr vorhanden; der vorwaltende Bestandtheil ist 63 % Thonerde.

Durch viele Analysen fossiler Knochen verschiedener Thiere fand Fremy[2]) die thierische Substanz (Osseïn) derselben nach sehr wechselnden Mengenverhältnissen zerstört und durch verschiedene incrustirende Mineralsubstanzen, namentlich Kieselsäure, schwefelsauren Kalk, Fluorcalcium und hauptsächlich kohlensauren Kalk ersetzt. In einigen fossilen Knochen war gar kein Osseïn mehr enthalten, in anderen noch 8,10 und selbst bis zu 20 %, und es liefs sich noch, ebenso wie das aus frischen Knochen dargestellte, in Leim umwandeln. Die incrustirenden Mineralsubstanzen dringen hauptsächlich in die schwammigen Knochen ein. Aus dem Gehalt eines fossilen Knochens an Osseïn läfst sich nach Fremy nicht auf das Alter des Knochen schliefsen.

Vor Kurzem berichtete Kindler[3]) von einer Veränderung, welche die Knochen der in der Gegend von *Raab* in *Ungarn* begrabenen Römer erlitten haben, und welche darin besteht, dafs einzelne Schädel eine ungewöhnliche Gröfse haben, während andere Theile desselben Gerippes von normaler Gröfse sind. Die Gräber befinden sich im Sande, welcher der Ueberschwemmung durch die Donau ausgesetzt ist. Die stark kalkhaltigen Wasser derselben (Bd. I. S. 271) drangen in die Schädelknochen und setzten darin kohlensauren Kalk ab, welcher die beiden Platten des Schädels auseinander trieb und die ungewöhnliche Gröfse

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XII. S. 172.

[2]) Jahresbericht u. s. w. 1854. S. 707.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXVII. S. 611.

veranlafste. Salzsäure entwickelte daraus eine viel grö-fsere Menge Kohlensäure als aus frischen Knochen. Eine quantitative Analyse, die sehr wünschenswerth sein würde, fehlt noch. Auch die thönernen Aschenkrüge waren mit einer Schicht kohlensauren Kalks überzogen.

In der Gegend von *Kursk* im mittleren *Rufsland* kommt nach Claus [1]) ein brauner Sandstein in Schichten von einigen Zollen bis $1\frac{1}{2}$ F. Mächtigkeit unter dem Kalkmergel in einem bedeutenden Sandlager vor, zugleich mit fossilen Knochen und mit Geschieben eines eigenthümlichen Eisenerzes. Die Gestaltung der Oberfläche des Sandstein deutet darauf hin, dafs derselbe sich aus einer Auflösung stalactitartig gebildet haben müsse. Von Farbe grau, ins Braune und Schwarze, nimmt er beim Reiben einen dem Petroleum ähnlichen Geruch an. Vergleichende Analysen der fossilen Knochen und des löslichen Theiles des Steines differiren nur um ein Geringes mehr als zwei gute Analysen eines und des nämlichen Minerals. Claus hält es daher nicht für zweifelhaft, dafs dieser Stein sich aus fossilen Knochen gebildet habe, deren Reste noch gegenwärtig in seiner Nähe vorkommen. Eine Auflösung der Knochenerde im kohlensauren Wasser dürfte in den Sand gedrungen sein und beim Verdunsten nach und nach das Cement gebildet haben, welches den Sand zum Sandstein verkittet. Merkwürdig bleibt die bedeutende Verbreitung der Felsart; sie dehnt sich auf einen Flächenraum von 800 (Quadrat-?) Wersten aus. So spricht Graf Keyserling von einem Gestein, das im Gouvernement *Woronesk* am *Woduga-Ufer* vorkommt und mit dem von Claus untersuchten grofse Aehnlichkeit haben soll. Die Analysen beider weichen zwar von einander ab, allein es dürften dennoch beide Gesteine, wenn nicht identisch, von ähnlicher Bildung sein.

Nicht allein die festen Theile thierischer Ueberreste in den sedimentären Formationen sind es, welche mehr oder weniger phosphorsauren Kalk enthalten; alles Organische: Thierisches wie Vegetabilisches, enthält phosphorsauren Kalk und andere Phosphate, welche nach der

[1]) Neues Jahrb. für Mineral. 1853. S. 454 ff.

Zerstörung durch Fäulniſs zurückbleiben. Daher müssen alle sedimentären Gesteine, wenn sie auch keine sichtbaren organischen Ueberreste enthalten, phosphorsauren Kalk einschlieſsen.

Forchhammer's[1]) interessante Analysen der Aschen der Fucusarten weisen eine reiche Quelle von Phosphorsäure in diesen Meerespflanzen nach. Im Mittel von 15 Analysen derselben aus den verschiedensten Gegenden, von *Grönland* bis zum Aequator und zum *Cap der guten Hoffnung*, und aus den verschiedenen Familien dieser Pflanzenklasse, beträgt der phosphorsaure Kalk 1,09 %. Die Verbreitung der Fucoiden in den sedimentären Formationen, wie namentlich in der Grauwacke, ist ohne Zweifel viel gröſser, als man bisher geglaubt hat, da die Seegräser ihre Gestalt nur unter sehr günstigen Verhältnissen bewahren, und da die Geologen im Allgemeinen diesen unbestimmten Pflanzen nur geringe Aufmerksamkeit schenken. Formationen, welche keine thierischen Ueberreste, wohl aber Fucoiden enthalten sollten, müssen daher reich an Phosphorsäure sein. Hieraus ist auch die vortheilhafte Wirkung des verfaulenden Seegrases auf die Vegetation erklärlich, welches die in der Nähe der Meeresküste lebenden Landleute, die dieses Gras als Dünger auf ihre Felder bringen, schon längst erkannt haben.

In nachstehenden sedimentären Gesteinen hat man Phosphorsäure wirklich nachgewiesen. So fand Schweitzer[2]) in der Kreide von *Brighton* phosphorsauren Kalk. Henslow[3]) spricht von Nodulen in rother Kreide aus dem Thon von *London* und im Grünsand und hält sie nach ihrer Form für Bildungen von phosphorsaurem Kalk aus Coprolithen.

Aus einem in Schichten des obern und untern Grünsandes gehörigen Mergel bei *Farnham* erhielt J. C. Nesbit[4]) durch Waschen gewisse Körper offenbar coprolithischer Natur, welche 0,21 % Phosphorsäure enthielten; die Mergelmasse selbst zeigte deren 0,02—0,03. Aehnliche

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVI. S. 385.

[2]) L'Institut.

[3]) Ebend. 1843. No. 623.

[4]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1849. S. 744.

Knollen aus dem Gault von *Maidstone* ergaben ebenfalls 0,28. — Im *Shanklin-Sand* auf *Wight* liegen nierenförmige Schneckenmassen von dunkler Eisenfarbe, welche über 0,15 Phosphorsäure enthalten. Ueber ein Dutzend Proben dieser Formation sind alle nicht ohne Phosphorsäure gewesen, und der dunkelrothe Eisensandstein im obern Theile des Untergrünsandes bei *Hind-Head* lieferte 0,0069 Phosphorsäure.

Fitton[1]) beschrieb die phosphorsäurehaltigen Knollen im Gault von *Farnham* und *Talkstone* ausführlich und wollte ihre geologische Stelle festsetzen. Er fand kleine Knollen in den obern Schichten des „oberen Grünsandes" in grofser Menge; darunter liegen die „Firestone- oder Malmrockstreifen" von 20—25 F. Dicke, und noch tiefer Schichten mit einer lebhaft grünen Erde, wovon ein Theil thonig ist: dieses untere grüne Band ist der Gault, in welchem jedoch die knolligen Concretionen des phosphorsauren Kalk nicht wie im obern Grünsande gleichförmig vertheilt, sondern in zwei Streifen geordnet sind, in einen höhern im thonigen Theile und einen darunter unter der Grenze der mitteln Kreideformation. Die Knollen selbst haben nicht die bezeichnende äufsere Form mancher Coprolithen und bestehen innerlich aus concentrischen Schichten wie andere durch Infiltration gebildete Nieren, Achate u. s. w. Austen zweifelt daher nicht, dafs die Phosphorsäure der Kreide von Thieren und insbesondere aus Coprolithen abstamme; nur hält er die Knollen nicht unmittelbar für Coprolithen.

Nach Th. J. Herapath[2]) enthält eine Erde, welche in ausgedehnten Ablagerungen in den unteren Kreideschichten von *Sussex* und einigen der südlichen Grafschaften *Englands* vorkommt, 26,615 % Phosphorsäure vorzüglich an Kalk und Eisenoxyd gebunden.

Nach Schramm's[3]) Untersuchung der Kalksteine *Württembergs* fand sich Phosphorsäure mit Sicherheit nur im Wellendolomit.

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. S. 745.

[2]) Jahresber. 1849. S 823.

[3]) Ebend. S. 816

Nach den Untersuchungen von Sullivan[1]) zeigten sich in verschiedenen Varietäten von kohlensaurem Kalk, aus der Umgegend von *Cork*, höchst geringe Mengen Phosphorsäure, gleichfalls im Muschelkalke und im Dolomit aus der Nähe von *Fulda* in *Hessen-Cassel*, in ersterem mehr als in letzterem, im Dachschiefer, wie er in *Giefsen* üblich ist, merklichere Quantitäten, in einigen Proben wurde Wavellit nachgewiesen, im Flags aus dem westlichen *Irland* Spuren, im Schiefer von *Corrigaline* bei *Cork* reichlichere Mengen, im *Old red Sandstone* von *Cork* nur geringe Spuren. Dafs in gedüngter Ackererde phosphorsaurer Kalk vorhanden sein müsse, versteht sich von selbst[2]).

Wir haben gesehen (Bd.I. S.592), dafs die meisten Kalkschichten der secundären Formationen auf ähnliche Weise, wie die Korallen-Inseln und Riffe durch organische Thätigkeit kleiner Seethiere aus dem Meerwasser abgeschieden worden sein müssen, und dafs letztere in diesen Sedimenten begraben liegen. Phosphorsaure Salze und organische Materie begleiten demnach den kohlensauren Kalk, und daher die grofse Fruchtbarkeit des Kalkbodens.

Nach den Untersuchungen der Kalkkorallen von Silliman[3]) ist ihre Zusammensetzung:

	Poriten.	Madreporen.	Pocilloporen.	Astreen.
Kohlensaurer Kalk	89,9—95,4	92,8–95,1	93,6–95	91,1—96,6
Phosphate und Fluorüre	0,7— 2,1	0,5— 0,9	0,6–1,5	0,3 – 2,1
Organische Materie	2,1– 9,4	4,3 – 6,6	3,5—5,6	3,2 – 8,3

Aus diesen Bestandtheilen erklärt sich die aufserordentliche Fruchtbarkeit auf den Korallen-Inseln: eine Fruchtbarkeit, wie sie auf dem Festlande fast nie angetroffen wird.

H. Rose's[4]) Analysen der Infusorien (Räderthiere) haben gleichfalls ganz unläugbare Anzeigen von phosphorsaurem Kalk nachgewiesen.

Bei keiner Substanz zeigt sich der Einflufs der orga-

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVI. S. 250.
[2]) Richard Phillips jun. ebend. S. 19.
[3]) L'Institut 1846. No. 674.
[4]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXII. S. 575.

nischen Natur auf die Bildungen der unorganischen mehr als bei der Phosphorsäure. Ohne Kenntnifs ihres Kreislaufes im organischen Reiche kann man die meisten ihrer Bildungen gar nicht begreifen. Die Pflanzen sind die wahren Sammler dieser Säure: sie mehren ihre Menge im uncultivirten Boden, wenn die unorganische Unterlage phosphorsaure Salze enthält, oder Gewässer sie herbeiführen.

Wer kann zweifeln, dafs bei weitem die meiste Phosphorsäure in den phosphorsauren Mineralien der sedimentären Gebirge ihren Kreislauf durch das Pflanzen- und Thierreich genommen hat? — Wie oft mag nicht die Phosphorsäure in den schönen phosphorsauren Kupfererzen diesen Kreislauf wiederholt haben, ehe sie in das unorganische Reich zurückgekehrt ist? Kaum wird es in den sedimentären Formationen irgend ein phosphorsäurehaltiges Mineral geben, welches nicht diesen Kreislauf genommen hätte. — Es scheint sogar, als wenn die thierischen Knochen einer directen Umwandlung in Apatit fähig wären: Girardin und Preisser [1]) berichten wenigstens, dafs unter gewissen, nicht bekannten Umständen, unter dem Einflusse der Fäulnifs, die in der Erde begrabenen Knochen sich in einen basischeren und in neutralen phosphorsauren Kalk umwandeln. Jener krystallisirt auf der Oberfläche und im Innern der Knochen in kleinen, mit der Krystallform des Apatit identischen Prismen, und diese Krystallisationstendenz halten jene für die wahrscheinliche Ursache dieser Umwandlung.

[1]) Compt. rend. T. XV. No. 15. p. 721.

Kapitel XXIII.

Borsäure und borsaure Salze.

In *Toscana*, am *Monte-Cerboli*, zu *Castelnuovo*, *Sasso* u. s. w. entwickeln sich ununterbrochen fort Dämpfe und Gase, die sogenannten Suffioni, die mitten aus kleinen Pfützen flüssige Kegel aufwerfen, und sich darauf in weifslichen Wirbeln in die Luft erheben. Payen [1]) fand die Gase zusammengesetzt aus

Kohlensäuregas . . .	57,30
Stickgas	34,81
Sauerstoffgas	6,57
Schwefelsäure	1,32
	100,00

Die condensirbaren Producte oder die von den Dampfströmen fortgerissenen Substanzen sind veränderlich. Sie bestehen gewöhnlich aus Wasser, Thon (?), aus Sulfaten von Kalk, Ammoniak (Bd. I. S. 635), Thonerde und Eisenoxyd, aus Salzsäure, aus organischen Substanzen von Fischgeruch (odeur de marée), und endlich aus ein wenig oder keiner Borsäure. Ueberall, wo diese Dämpfe enge Spalten oder poröse Körper durchdringen, setzen sie Schwefel ab. Ihre Temperatur ist zwischen 77°,6 und 80° R.

Im Erdboden rund umher, und besonders am Rande von Gruben, Lagunen, um welche jene Dämpfe ausströmen, wittert ein Salz aus, dessen Hauptmasse Borsäure ist, welches aber zugleich Ammoniakzalze enthält, die mit borsaurer und schwefelsaurer Thonerde und mit Eisenoxyd gemengt sind.

Die Borsäure, welche 1777 ein Apotheker Peter Hoeffer in den Suffioni entdeckt hatte, ist ein Gegenstand der Industrie geworden. Nachdem mehrere vergeb-

[1]) Ann. de chim. et de phys. S. III. T. V. p. 247.

liche Versuche zu ihrer Gewinnung gemacht worden, trat 1818 de Larderel an die Spitze dieser Unternehmungen [1]) und traf Vorrichtungen, die borsäurehaltigen Wasserdämpfe zu condensiren und durch deren Wärme das borsäurehaltige Wasser bis zur Krystallisation zu verdunsten. Dieser Industriezweig ist im Jahre 1845 bis zu einer jährlichen Production von 885000 Kilogrammen Borsäure gestiegen, und gewährte für das folgende Jahr eine Aussicht auf 1 Million Kilogr.

Diese im Handel vorkommende Säure enthält nach der Analyse von Wittstein 76,49 % krystallisirte Borsäure und 23,51 % fremde Bestandtheile: nämlich Sulfate von Ammoniak, Magnesia, Kalkerde, Natron, Kali, Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxydul, ferner salzsaures Ammoniak, Schwefelsäure verbunden mit Borsäure, Kieselsäure und Spuren von organischen Stoffen.

Es ist bekannt, dafs sich die Borsäure leicht mit Wasserdämpfen verflüchtigt. Destillirt man ihre Lösung: so enthält das condensirte Wasser ein wenig Borsäure. Als ich eine Borsäurelösung bei einer Temperatur von 50° R. abdampfte, setzte sich auf dem Papier, womit die Schale bedeckt war, etwas Borsäure ab. Trocknet man die krystallisirte Säure im Wasserbade in der Siedhitze, indem man einen Strom trockner Luft über sie leitet: so sublimirt sich in der Gasleitungsröhre eine geringe Menge Borsäure. Schmilzt man die krystallisirte Säure in einem Platintiegel und stellt auf seine Oeffnung eine kleine Schale mit Wasser: so sublimirt sich daran Borsäure. Leitet man Wassergas über glühende Borsäure: so wird dieselbe von den Wasserdämpfen aufgenommen. Berzelius ist der Meinung, dafs sich darauf die Gegenwart der Borsäure in den Wasserdämpfen bei *Sasso* u. s. w. gründe. Für sich in wasserfreier Luft geglüht, ist sie vollkommen feuerbeständig.

Diese Verflüchtigung der Borsäure mit Wasserdämpfen ist die Ursache, dafs man sie nicht erhalten kann,

[1]) Compt. rend. T. XXIII. No. 7.

[2]) S. den Durchschnitt der Lagunen am *Monte Cerboli* in Daubeny's Description of active and extinct Volcanoes. Second Edit. p. 156.

wenn man in sehr weiten und sehr langen Röhren die Dämpfe der Suffioni selbst verdichtet. Sie kann nur gewonnen werden, wenn die Mündungen derselben unmittelbar von der Flüssigkeit der Bassins, Lagunen bedeckt sind. Oft bemerkt man, dafs ein Theil des Wassers, welches im Moment absorbirt wird, wo man diese Lagunen füllt, mit den Dampfstrahlen wieder fortgeführt wird.

Indefs fand Schmidt[1]), dafs die unmittelbar ohne Wasserzutritt verdichteten Fumarolendämpfe präformirte Borsäure enthalten, neben Kohlensäure und Ammoniak in bedeutender und Schwefelwasserstoff in geringerer Menge.

C. Bechi[2]) fand in einem alten Lagunenkrater der *toscanischen Marennen* folgende aus den Wasserdämpfen abgesetzte Borate: Eisenoxyd-, Kalk-, Natron- (Borax) und Ammoniakborat.

Payen's Erklärungen (I. Aufl. Bd. I. S. 671 u. 675), dafs in grofser Tiefe Wasserdämpfe über Ablagerungen von Borsäure streichen, oder dafs Meerwasser mit Ablagerungen von Schwefelbor in Berührung kommen möchten, sind gänzlich unzureichend. Wenn bei Erklärung geologischer Erscheinungen Processe in unseren Laboratorien zum Maafsstabe genommen werden sollen: so dürfen nur solche Stoffe vorausgesetzt werden, welche im Mineralreiche wirklich vorkommen. Nie hat man aber Borsäure (Sassolin) als selbstständiges Mineral in irgend einem Gesteine gefunden; sie ist nur als Absatz aus heifsen Quellen oder aus Dampf-Exhalationen bekannt. Aufser dem vorhin beschriebenen Vorkommen findet sie sich nur noch im Hauptkrater auf der *Liparischen* Insel *Vulcano*, wo sie gleichfalls von siedendheifsen, meist mit Schwefelwasserstoff beladenen Wasserdämpfen, welche aus Spalten hervordringen, auf Schwefel abgesetzt wird[3]). Wie kann auch eine Säure irgendwo zwischen Gesteinen, welche Salzbasen enthalten, aufgespeichert sein? Noch viel weniger ist die Gegenwart von Schwefelbor im Innern der Erde anzunehmen.

[1]) Jahresb. 1856. S. 905.
[2]) Ebend. 1854. S. 807.
[3]) Hoffmann in Poggendorff's Ann. Bd. XXVI. S. 61.

Nach Schweitzer[1]) zeigt in der wässrigen Lösung borsaurer Salze die Borsäure eine weit geringere Verwandtschaft als in den festen Salzen, und mehrere Erfahrungen sprechen dafür, dafs mit der Verdünnung der Lösung auch die Affinität der Säure immer mehr abnehme, umgekehrt aber beim Erhitzen einer solchen Lösung wieder gesteigert werde. Kohlensäure, durch eine gesättigte Boraxlösung geleitet, zersetzt nach demselben Chemiker den Borax in einfach kohlensaures Natron. Beim Abdampfen einer mit Kohlensäure behandelten Lösung entwickelt sich bei einer gewissen Concentration Kohlensäure in reichlicher Menge und Borax bleibt wieder zurück. Ebenso zersetzt Schwefelwasserstoffgas, durch eine wässrige Boraxlösung geleitet, dieses Salz in Schwefelnatrium und Borsäure wird frei. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs auch bei jener Zersetzung durch Kohlensäure Borsäure ausgeschieden wird.

Nach Bolley[2]) entwickelt eine Lösung von Borax aus einer Salmiaklösung Ammoniak. Boracit und Datolith verhalten sich zum Salmiak wie der Borax. Da nun, bemerkt er, das Vorkommen von natürlichem Salmiak in vulkanischen Gegenden etwas sehr gewöhnliches ist: so bedarf es zur Borsäurebildung nur des gleichzeitigen Vorkommens eines borsäurehaltigen Minerals. Bei überschüssigem Salmiak wird der Borax vollständig in Chlornatrium und Borsäure zerlegt, wahrscheinlich auch die anderen Borsäureverbindungen.

Verschiedene borsaure Magnesiasalze verlieren mit dem beim Erhitzen entweichenden Krystallwasser etwas Borsäure, oder dieselbe kann theilweise durch langes Kochen mit Wasser ausgezogen werden. Als ich über borsaurem Eisenoxydul Wasser abdestillirte, war in dem ersten Destillate keine Borsäure aufzufinden; als aber das rückständige borsaure Salz trocken geworden war, zeigte das letzte Destillat eine merkliche Menge davon. Als hingegen eine Lösung von basisch-borsaurem Natron in einer Retorte, beim vollen Sieden, destillirt wurde, zeigte

[1]) Mittheil. der naturf. Gesellsch. in Zürich. Bd. II. S. 1.

[2]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXVIII. S. 122.

das Destillat auch nicht eine Spur von Borsäure, und auch dann nicht, als der Borax fest geworden war. Es werden daher keineswegs alle borsauren Salze, und wohl am wenigsten die basischen, durch Wasserdämpfe zersetzt[1]).

Diese Beispiele einer Verflüchtigung von Borsäure mit den Dämpfen des Krystallwassers aus borsauren Salzen, welche sich bei weiteren, darauf gerichteten Versuchen wahrscheinlich noch mehren würden, reichen hin, denselben Procefs in *Toscana* und auf *Vulcano* in der Tiefe zu vermuthen. Gesteine, borsaure Salze enthaltend, sind es ohne Zweifel, welche heifsem Wasser, besonders wenn es unter Druck eine die Siedhitze übersteigende Temperatur hat, Borsäure abtreten, die mit den Wasserdämpfen auf die Erdoberfläche kommt. Da diese Säure in den Suffioni nur ein kleiner Bruchtheil von den Wasserdämpfen ist, so mögen diese Gesteine sehr arm an borsauren Salzen sein.

Das Schwefelwasserstoffgas in den Dämpfen steht wahrscheinlich nur in einem zufälligen Zusammenhange mit der Borsäure. Die Bedingungen zu seiner Entwicklung, schwefelsaure Salze und eine organische Substanz sind in den Dämpfen vorhanden. Die Dämpfe streichen entweder durch Gesteine, welche mit jenen Salzen und organischen Ueberresten getränkt sind, oder, wenn es Meerwasser ist, welches in den Heerd tritt: so kann dieses die schwefelsauren Salze und die organischen Substanzen liefern. Es mag das eine oder das andere sein, so entstehen, besonders unter Mitwirkung einer hohen Temperatur, Schwefellebern, aus welchen die Dämpfe Schwefelwasserstoffgas entwickeln (Bd. I. S. 833 ff.) und fortführen. Die Kohlensäure in den Dämpfen deutet auf diesen Zersetzungsprocefs. Da in ihnen auch Sauerstoffgas, welches die Gewässer, sie mögen vom Meere oder von Quellen herrühren, mit sich führen, vorhanden ist: so kann die Berührung desselben mit dem Schwefelwasserstoff die Bildung der Schwefelsäure in den Dämpfen veranlassen.

[1]) Nach H. Rose kann sogar das kalte Wasser aus den borsauren Salzen die Borsäure ausscheiden. (Poggendorff's Ann. Bd. LXXXVI. S. 465.)

Der Absatz von Schwefel, wo die Dämpfe enge Spalten oder poröse Körper durchdringen, zeigt übrigens, dafs Schwefelwasserstoffgas bis zu den Mündungen der Suffioni kommt, und während des Aufsteigens nur theilweise zu Schwefelsäure oxydirt wird. Diese Säure wandelt den kohlensauren Kalk in den Umgebungen der Spalten bis zu nicht geringer Dicke in Gyps um. Namentlich ist dies in den Lagunen des *Monte-Cerboli* und von *Castelnuovo* der Fall [1]).

Auffallend ist der bedeutende Gehalt an schwefelsaurem Ammoniak von 8,5 % in der im Handel vorkommenden Borsäure; er beträgt mehr als die übrigen sieben schwefelsauren Salze zusammen. Dafs das Ammoniak von den organischen Substanzen herrührt, kann nicht bezweifelt werden (Bd. I. S. 635). Seine Bildung kann nur im Heerde, wo die Reaction der verschiedenen Substanzen auf einander stattfindet, gedacht werden.

Die Processe, welche diese verschiedenen Producte liefern, scheinen in gar nicht bedeutenden Tiefen von Statten zu gehen; denn in der Nähe des *Lago di Monte Rotondo* hat man schon in Tiefen von 45 bis 60 Fufs die Siedhitze erreicht (Bd. I. S. 635).

Die Processe unter dem Krater von *Vulcano* mögen, nach Hoffmann's Mittheilungen, ziemlich von denselben Bedingungen wie in *Toscana* abhängen. Schwefelwasserstoff begleitet auch dort die Borsäure, und, wie es scheint, in viel gröfserer Menge als hier, da die Dämpfe aus den mit Schwefelkrusten dick überzogenen Spalten des Bodens hervordringen, und der Schwefel ein Gegenstand der Gewinnung ist. Die Gypsdrusen und Gypsrinden, die Vitriolkrusten und die gesäuerten Thone, welche als Alaunstein benutzt werden, zeigen die theilweise Säuerung des Schwefels [2]).

Was übrigens mit Schwefelwasserstoff beladene Wasserdämpfe vermögen, beweisen die zahlreichen bis in das

[1]) Coquand Bull. géol. Vol. VI. p. 147.

[2]) Die dortige sehr einträgliche Fabrikanlage liefert mit sehr geringer Mühe, aufser Borsäure und Salmiak, täglich ungefähr 1700 Pfd. raffinirten Schwefel und etwa 600 Pfd. sehr reinen Alaun. Hoffmann a. a. O. S. 168.

Innerste zersetzten Gesteine, welche dennoch Festigkeit und Zusammenhang behalten haben. Die harte, schwarze Obsidianmasse selbst ist in einen schneeweifsen dichten Thonstein verwandelt, in welchem hin und wieder noch einige schwarze, glänzende Körner zerstreut liegen, und auf ihren Klüften hat sich der Schwefel in Trümmern oder Drusenräumen ausgebildet.

Fehlen auch in der Tiefe, wo sich der Schwefelwasserstoff gar nicht, oder doch nur wenig säuern kann, die zersetzenden Wirkungen der Schwefelsäure gröfstentheils: so dürften doch borsäurehaltige Mineralien den Wasserdämpfen, besonders wenn sie über den Siedpunkt erhitzt sind, nicht widerstehen.

Es ist leicht einzusehen, dafs überall, wo Wasserdämpfe mit zersetzbaren borsäurehaltigen Gesteinen in Berührung kommen, jene Exhalationen sich wiederholen können. Wo daher Gewässer in solche Tiefen dringen, dafs sie zu Dampf werden, der solche Gesteine durchzieht, da werden Borsäure-Exhalationen entstehen. Vulkanische Gegenden sind dazu defshalb günstig, weil sich durch vulkanische Eruptionen Zerklüftungen bis zu grofser Tiefe bilden, welche den Gewässern das Eindringen bis tief in die erhitzten Regionen des Innern der Erde möglich machen, oder weil, im Krater von *Vulcano*, vielleicht schon in mäfsiger Tiefe glühende Ueberreste früherer Lavaausbrüche vorhanden sind, welche borsäurehaltige Mineralien in sich schliefsen.

Die Wasserdämpfe der Lagunen vom *Monte Cerboli* dringen aus Spalten im Kalksteine hervor. Die Fumacchien zur *Possera*, einem von *Castel nuovo* herabkommenden Nebenflusse der *Cecina*, sind der Hauptmasse nach von einem graublauen plastischen Thone umgeben. Der Hügel, welcher die Fumacchien von der *Possera* trennt, besteht aus dichtem sehr verwittertem Kalkstein. Auch jenseits dieses Flusses treten die Dampfsäulen mit starkem Zischen aus saiger fallenden Kalksteinbänken hervor. Bei der nicht minder grofsen Fumacchie *di Castel nuovo* ist feinkörniger Sandstein mit mergeligem Bindemittel herrschend, welcher mit starken Lagern von Schiefermergel und Letten wechselt, und wird gegen Osten von Kalkstein

bedeckt. Hier liegen die Fumacchien in einer schmalen Reihe hintereinander, wie auf einer Spalte, wohl 1/4 Meile lang. Hoffmann[1]), dem wir diese Mittheilungen verdanken, sah von der Höhe herab sehr deutlich, wie diese Fumacchien und die vom *Monte Cerboli* sich nur an verschiedenen Abhängen desselben Berges und wahrscheinlich auf derselben Spalte befinden. Sie liefern in der Borsäure ein und dasselbe Product. Noch viele dieser Fumacchien, deren Rauchsäulen man meilenweit aus den Wäldern südwestlich von *Serrazano* u. s. w. sich erheben sieht, kommen dort vor. Nach H. Coquand[2]) nehmen sie einen Raum zwischen 28° 27′ und 28° 40′ Länge und 43° 10′ und 43° 15′ Breite an.

Gegen die Annahme, dafs in dem Kalkgebirge, aus welchem die Suffioni kommen, Boracit vorhanden sei, läfst sich wenig einwenden. Sein Vorkommen im Gyps und Anhydrit macht diese Annahme um so wahrscheinlicher, da das Schwefelwasserstoffgas in den Dämpfen die Gegenwart schwefelsaurer Salze voraussetzt und der schwefelsaure Kalk das verbreitetste ist. Da ferner verschiedene borsaure Magnesiasalze beim Erhitzen mit ihrem Krystallwasser Borsäure entweichen lassen: so könnte auch der wasserfreie Boracit an Wasserdämpfe, besonders in Begleitung von Kohlensäure (wie in den Suffioni), welche durch ihre Verwandtschaft zur Magnesia die Zersetzung begünstigen würde, Borsäure abtreten.

Es ist kaum zu vermuthen, dafs die Borsäure-Exhalationen blos auf die bis jetzt bekannt gewordenen Erscheinungen in *Toscana* und auf *Vulcano* sich beschränken sollten. Sie finden gewifs überall statt, wo siedendheifse Wasserdämpfe Gebirgsarten durchziehen, welche borsäurehaltige Mineralien in sich schliefsen. Da jedoch siedendheifse Dämpfe nur vulkanischen Gegenden eigen sind: so mögen Borsäure-Exhalationen ebenfalls nur dort zu finden sein. Unter den vorausgesetzten Bedingungen kann diese Säure bei vulkanischen Eruptionen, wo ungeheure Quantitäten Wasserdämpfe aus den Kratern entweichen,

[1]) Karsten's und v. Dechen's Archiv. Bd. XIII. S. 19 ff.
[2]) A. a. O.

massenweise in die Atmosphäre übergeführt und durch Regen auf die Erdoberfläche zurückgeführt werden.

Verschiedene physikalische Verhältnisse der Suffioni, welche wir aus de Larderel's Mittheilungen kennen lernen, sind bemerkenswerth. Wenn die zur Gewinnung der Borsäure angelegten Lagunen eine zu grofse Tiefe haben, mithin durch die darin stehende Wassersäule die Dämpfe eine zu grofse Pressung erleiden: so suchen die letzteren einen andern Ausweg, wo sie weniger Widerstand finden. Bisweilen verschwinden sie nach einer Jahre langen regelmäfsigen Entwicklung aus einer Lagune gänzlich und kommen 90 bis 180 Fufs davon entfernt wieder zum Vorschein [1]).

Die Dimensionen der Lagunen sind sehr verschieden. Die weniger bedeutenden haben im Allgemeinen 100 Fufs im Umkreise und 4 Fufs Tiefe. Es gibt aber Lagunen von 500 und selbst von 1000 Fufs Umkreis und von 15 bis 25 Fufs Tiefe. Die letzteren haben mehrere Dampfmündungen, drei, fünf bis fünfzehn. Bei einer Tiefe von 25 Fufs werden die Dämpfe in den Spalten eine Temperatur von nahe 100° R. haben, und sie kommen mithin aus einer Region, wo gleichfalls mindestens eine solche Temperatur herrscht.

Folgende Mineralien enthalten Borsäure:

Turmalin 2 bis 12 %, Axinit 2—6 %, Datolith (borsaurer Kalk mit kieselsaurem Kalk) Botryolith, Borax (basischborsaures Natron), Boracit (borsaure Magnesia), Boronatrocalcit, Hydroboracit (borsaure Kalkmagnesia). In der dürren Ebene von *Iquique* in *Südamerika* finden sich in Menge zarte schneeweifse Krystalle, welche aus wasserhaltiger borsaurer Kalkerde bestehen [2]).

[1]) Dieser Ortsveränderung wegen ist es gefährlich, ohne einen sicheren Führer die Umgebungen der Lagunen zu betreten. Verlassen die Dämpfe ihre Mündung, so kennt man nicht die Richtung, welche sie nehmen. Finden sie eine feuchte Stelle, so bilden sie daselbst eine neue unterirdische Lagune, deren Gegenwart durch nichts angezeigt wird, welche jedoch sehr nahe unter der Oberfläche sich befindet. Das Gewicht eines Pferdes, eines Menschen, veranlafst ein Einsinken in ein schlammiges, über 100° R. heifses Wasser. Vgl. I. Aufl. Bd. I. S. 680.

[2]) Silliman's Journ. Bd. LXVII. S. 215.

Ferner finden sich Spuren von Borsäure im Feldspath aus den *Pyrenäen*, im Pegmatit aus dem Departement *des Aveyron* und selbst in käuflicher Potasche und in dem aus Holzasche ausgelaugten kohlensauren Kali [1]).

Der Turmalin ist das einzige unter den borsauren Mineralien, welches in krystallinischen Gesteinen, vorzugsweise im Granit vorkommt, die anderen kommen theils auf Gängen, Klüften und Blasenräumen (Axinit und Datolith), theils in Magneteisen (Datolith und Botryolith), theils eingewachsen in Gyps und Anhydrit (Boracit) vor. Diesem entsprechend dürfte das Vorkommen von derbem Boracit in dem Bohrloche zu *Stassfurth* (G. Rose's Stassfurtit) sein, aus dem er in verhältnifsmäfsig grofser Menge aus etwa 1400 Fufs Tiefe zu Tage gefördert wurde [2]). Dieses Vorkommen verleiht der oben ausgesprochenen Ansicht, dafs die Borsäureexhalationen in *Toscana* von zersetztem Boracit herrühren, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Es ist bemerkenswerth, dafs man manchmal auf der Oberfläche dieses Boracit kleine Steinsalzwürfel findet. Bei dem Aufschlagen eines Stückes zeigte sich sogar ein breitgedrückter Abdruck von einer grofsen trichterförmig-treppenartigen Kochsalzkrystallgruppe, deren Wände zum Theil noch mit den Steinsalzwürfelchen besetzt waren, zum Theil aber durch späteres Wiederauflösen der Salzwürfel in Wasser nur noch die Räume und Eindrücke zeigten, welche früher von den Salzkrystallen erfüllt gewesen sein mufsten. Die gleichzeitige Bildung des Boracit und des Steinsalzes auf gleiche Weise ist daher unzweifelhaft. Der Borax (Tinkal) findet sich auf dem Grunde und am Ufer des See's *Mapin monta-bi* in *Tibet*. Alle diese letzteren Mineralien tragen so unverkennbar das Gepräge ihrer Bildung auf nassem Wege, dafs es ganz überflüssig ist, weitere Beweisgründe dafür anführen zu wollen, und um so weniger, da in neuester Zeit im Kochbrunnen zu *Wiesbaden*, in der Kaiserquelle zu *Aachen* [3]) und im Schlofsbrun-

[1]) Jahresb. 1853. S. 320.

[2]) Karsten in seinem Archiv für Mineral. Bd. XXI. S. 491

[3]) Fresenius und Wildenstein im Journ. für pract. Chem. Bd. LV. S. 163 und Poggendorff's Ann. Bd. LXX. S. 537.

nen zu *Carlsbad* [1]) Spuren von Borsäure und in der heifsen Quelle von *Olette* in den *Pyrenäen* mehr als Spuren von borsaurem Natron [2]) aufgefunden wurden. Ferner wurde noch Borsäure nachgewiesen in der Mutterlauge der Salinen zu *Bex,* in den Schwefelwassern von *Aix* in *Savoyen,* von *Bagnères de Luchon, Barèges, Cauterets, Bonnes* und *Labanères* in den *Pyrenäen,* in dem Mineralwasser von *Vichy,* von *Krankenheil* in *Oberbayern,* im *Orber* Badesalz [3]), endlich in Mineralwassern *Californiens* [4]) und in einer Quelle in *Canada* [5]). Da die borsauren Erden und Metalloxyde keineswegs zu den schwerlöslichsten Salzen selbst im reinen Wasser gehören [6]): so ist um so mehr zu erwarten, dafs man die Borsäure, wenn man sie sucht, in sehr vielen Quellen finden wird. Theoretisch betrachtet mufs sie sich auch im Wasser der Flüsse und des Meeres finden. Ihre Menge darin ist aber gewifs so gering, dafs man sie schwerlich wird nachweisen können. Das Vorkommen des Boracit im Gyps und mit Steinsalz läfst aber keine andere Erklärung als seinen Ursprung aus dem Meere zu. Und wirklich hat Veatch in letzter Zeit Borsäure im Seewasser an der Küste von *Californien* nachgewiesen [7]).

Was den Turmalin betrifft: so fällt seine Bildungsart mit der der anderen Gemengtheile des Granit zusammen. Davon wird später die Rede sein.

Dafs dei der Zersetzung der Turmaline die Borsäure ausgeschieden wird, zeigt die Vergleichung ihrer Zusammensetzung mit der derjenigen Mineralien, welche in ihren Formen vorkommen. Glimmer, Chlorit und Speckstein kommen in Formen von Turmalin vor. Nach der Analyse eines solchen pseudomorphen Glimmers von Rammelsberg war die Borsäure während der Umwandlung gänzlich ausgeschieden worden. Da Chlorit und Speck-

[1]) Nach gefälliger brieflicher Mittheilung des Apotheker Göttl in *Carlsbad.*

[2]) Peligot in l'Institut 1853. No. 996.

[3]) Jahresber. 1853. S. 320 und 709 f. und 852.

[4]) Ebend. 1860. S. 69.

[5]) Hunt Geological Survey of *Canada*. Report for 1853.

[6]) H. Rose in Pogendorff's Ann. Bd. XIX. S. 153.

[7]) Jahresb. 1860. S. 69.

stein weder Borsäure noch Alkalien enthalten: so müssen sich die beiden letzteren bei der Umwandlung des Turmalin gleichfalls ausgeschieden haben und es ist daher mit gutem Grunde zu vermuthen, dafs beide in Verbindung als borsaure Alkalien aus der Mischung getreten seien. Bei der Umwandlung der Natronturmaline in Glimmer mufs die Borsäure in Verbindung mit Natron ausgeschieden worden sein; denn von der Borsäure finden sich nur ausnahmsweise Spuren im Glimmer, und ebenso ist Natron in demselben, gegen die beiden anderen Alkalien, entweder ein sehr zurückgedrängter oder ganz fehlender Bestandtheil. Bei solchen Umwandlungen der Turmaline werden daher die Gewässer die ausgeschiedenen borsauren Alkalien aufnehmen.

Bemerkenswerth ist, dafs der Axinit ziemlich häufig vom Chlorit begleitet und umhüllt wird, auch in Gesellschaft von Turmalin vorkommt. Man möchte daraus schliefsen, dafs der Chlorit, sofern er vom Turmalin abstammen sollte, die Borsäure geliefert habe.

Dritter Abschnitt.

Silicate.

Die Silicate sind die Hauptgemengtheile der krystallinischen und mehrerer sedimentären Gesteine; aus ihnen besteht bei weitem der gröfste Theil der uns bekannten Erdkruste. Daher ist die Kenntnifs ihrer chemischen Eigenschaften, welche bis jetzt grofsen Theils vernachlässigt worden ist, von grofser geologischer Bedeutung. Man hat Verhältnisse, welche dem Forum der Chemie angehören, einer gelegentlichen Besprechung in mineralogischen und geologischen Werken überlassen. Die beschreibenden Theile der Naturwissenschaften haben aber blos das Beobachtete treu darzustellen; der Chemie fällt es dagegen anheim, das Beobachtete, so weit es auf chemischen Principien ruht, zu erklären.

Kapitel XXIV.

Allgemeines über Silicate.

In chemischer Beziehung zerfallen die Silicate in solche, welche durch Säuren nicht, und in solche, welche durch dieselben zersetzt werden.

Der Unterschied zwischen durch Säuren zersetzbaren und nicht zersetzbaren Silicaten ist kein absoluter. Wirkt z. B. Salzsäure auf Feldspath längere Zeit und durch Wärme unterstützt ein: so werden wenn auch nur geringe Mengen Basen extrahirt und Kieselsäure scheidet sich aus. Es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, dafs nicht, wenn man während sehr langer Zeit immer wieder neue Quantitäten Säure auf den Feldspath einwirken liefse, dieser endlich ganz zersetzt werden würde [1]). Im Mineralreiche, wo nur die schwache Kohlensäure auf den Feldspath wirkt, wo sich aber während unberechenbarer Zeiträume eine solche Wirkung fortsetzt, wird endlich die ganze Menge des kieselsauren Alkali zersetzt, die Basen werden durch die Gewässer fortgeführt und die kieselsaure Thonerde bleibt zurück.

Manche Silicate, welche in ihrem unveränderten Zustande von Säuren nicht zersetzt werden, werden dadurch zersetzt, wenn sie schon im Mineralreiche eine theilweise Zersetzung erlitten haben. So fand Döbereiner [2]), dafs

[1]) Forchhammer (Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 353) fand, dafs Feldspath durch Wasser von hoher Temperatur zersetzt wird. Er behandelte dieses Mineral im Papinischen Topfe. Bei 120° R. war die Wirkung des mit Feldspath gekochten Wassers so deutlich, dafs letzteres auf geröthetes Lackmuspapier reagirte. Diese Wirkung nahm mit steigender Temperatur zu, und bei 177°,6 war die zersetzende Kraft des Wassers so grofs, dafs er aus der alkalischen Lauge durch Eindampfen mit Salzsäure und Zusatz von Platinchlorid Kaliumplatinchlorid ausscheiden konnte.

[2]) Schweigger's Journ. Bd. XIII. S. 323.

sich verwitterter Kieselmagnesit in verdünnter Schwefelsäure vollständig auflöste, und sich die Kieselsäure erst beim Abdampfen der Auflösung gallertartig abschied, während der unverwitterte Kieselmagnesit auf dieselbe Weise behandelt, die Kieselsäure unaufgelöst zurückliefs. (Siehe Kap. XLI.)

Die Gegenwart von Silicaten in Quellwassern ist nachgewiesen. So fand Forchhammer[1]) Natronsilicat im Wasser des *Geyser* und von *Langarnefs* auf *Island*, und nach Damour[2]) ist die Zusammensetzung nachstehender Quellen:

	Geyser.	*Langar.*	*Radstofa.*	*Hoergardin.*	*Store-Huer.*
Kieselsäure . .	0,52	0,14	0,26	0,32	0,32
Natron	0,34	0,09	0,25	0,32	0,31
Kali	0,01	—	0,01	—	0,02

Sie enthalten daher nur Silicate. Es ist nicht zweifelhaft, dafs sie auch im Wasser der Flüsse und des Meeres, wenn gleich in so geringen Mengen vorhanden sein werden, dafs sie mit Bestimmtheit nicht nachgewiesen werden können.

Mehrere Silicate, ganz besonders Granat, Vesuvian und Epidot, werden erst dann von Säuren zersetzt, wenn sie vorher geglüht oder geschmolzen worden sind. Die Ursache dieses Verhaltens glaubt von Kobell[3]) darin zu finden, dafs mit Aufhebung des krystallinischen Zustandes durch Schmelzen auch die Attractionskraft der Bestandtheile dieser Mineralien aufgehoben werde. Nach seinen eigenen Versuchen schmolzen aber mehrere Granaten nicht nur nicht in der Rothglühhitze, sondern veränderten sich überhaupt nicht merklich, gaben jedoch nach dem Glühen mit Salzsäure eine Gallerte. Kann man von diesen annehmen, dafs der krystallinische Zustand aufgehoben worden sei?

Sollten die Granaten auf plutonischem Wege entstanden sein: so würde man von denjenigen, welche nach dem Schmelzen durch Säuren zersetzt werden, eine solche Bildung begreifen können, da durch Schmelzen und

1) Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 348.

2) L'Institut 1847. Vol. XV. p. 46.

3) Kastner's Archiv. Bd. V. S. 165 und Bd. X. S. 15.

schnelles Erkalten die krystallinische Bildung zerstört wird. Wie soll aber ein auf plutonischem Wege gebildetes, und durch Säuren nicht zersetzbares Mineral dadurch zersetzbar werden, dafs man es bis zu einem Hitzgrade erhitzt, wobei sein krystallinischer Zustand nicht zerstört wird? Der bis dahin erhitzte Granat würde einst demselben Hitzgrade als fester krystallisirter Körper ausgesetzt gewesen sein; denn während seiner Abkühlung hätte er nothwendig auf den Temperaturgrad kommen müssen, auf welchen er künstlich gebracht wird. Kein anderer Unterschied könnte gedacht werden, als dafs bei seiner Bildung die Abkühlung von diesem Temperaturgrade an äufserst langsam erfolgt wäre, während sie bei künstlicher Erhitzung äufserst rasch von Statten geht. Sollte aber ein solcher Unterschied in der Zeit der Erkaltung eines Mineralkörpers eine solche chemische Verschiedenheit bedingen können, dafs der langsam erkaltete nicht, wohl aber der schnell erkaltete von Säuren zersetzt wird?

Berzelius[1]) erklärt die Zersetzbarkeit der geglühten Granaten und Vesuviane durch Säuren aus dem Umstande, dafs diese Mineralien die Kieselsäure in ihrer unlöslichen Modification enthalten. Werden sie aber bis zum Schmelzen erhitzt: so geht die Kieselsäure durch den Einflufs der überschüssigen stärkeren Basen in die lösliche Modification über, und das gepülverte Glas läfst sich dann auf nassem Wege durch stärkere Säuren zersetzen. Bei diesem Uebergange vermindert sich das specifische Gewicht dieser Mineralien. Aus ihrer Zersetzbarkeit ist zu schliefsen, dafs die Löslichkeit der kalk- und thonerdehaltigen Zeolithe in Säuren nicht von ihrem Wassergehalte abhängen kann; denn werden diese stark geglüht: so gehen sie in Folge der überwiegenden Menge von Kieselsäure in die unlösliche Modification über, und lassen sich dann nicht mehr durch Säuren zersetzen.

Verschiedene Thonarten verhalten sich eben so: sie werden von Säuren nicht oder doch nur schwierig zersetzt, wohl aber nach vorhergegangenem Glühen. Der

[1]) Lehrbuch der Chemie. V. Aufl. Bd. III. S. 484.

Diaspor, ein Thonerdehydrat, ist in Schwefelsäure unauflöslich, wird aber darin auflöslich, wenn das Wasser durch Glühen fortgetrieben wird[1]). Hier haben wir recht auffallende Beispiele, wie unstreitbar auf nassem Wege entstandene Mineralien, nach dem Glühen und nach Verlust ihres Hydratwassers, zersetzbar durch Säuren werden. Dies erklärt auch, warum beim Granat nicht immer ein Schmelzen nöthig ist, um ihn zersetzbar durch Säuren zu machen, wenn nicht schon das Aufschliefsen alkalischer Mineralien durch Baryt, wobei gleichfalls keine Schmelzung eintritt, darthäte, dafs blos das Glühen die Umwandlung der Kieselsäure in die lösliche Modification bewirken könne. Nicht befremden kann es auf der anderen Seite, dafs in Wasser lösliche Silicate beim Krystallisiren in die unlösliche Modification übergehen können, da die Kieselsäure für sich denselben Uebergang macht, wie die kieseligen Bildungen in Gängen, Drusenräumen u. s. w. genügend zeigen.

Da die Kieselsäure im Granat etc. durch Glühen oder Schmelzen in die lösliche Modification übergeht: so müfste man schliefsen, dafs, wäre er eine plutonische Bildung, die Kieselsäure auch in der im natürlichen Feuer gescholzenen Masse in der löslichen Modification existirt habe, aber bei langsamer Erstarrung und Erkaltung in die unlösliche Modification übergegangen sei; dafs dagegen bei schneller Erkaltung das Umgekehrte erfolge. Dies ist jedoch in völligem Widerspruche mit der künstlichen Bildung der Silicate zu Glas. Dieses bildet sich durch schnelle Erstarrung und die Kieselsäure findet sich in ihm in der unlöslichen Modification; denn je vollkommner die Verglasung, desto weniger wird das Glas von Säuren angegriffen.

Die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen, welche der Chemie den Rang einer exacten Wissenschaft verliehen hat, findet auch in der Mineralogie ihre Anwendung. Wir sind aber noch nicht dahin gelangt, die bestimmten Mischungsverhältnisse namentlich in den mehrfach zusammengesetzten Mineralien ebenso entschieden zu ermitteln, als in den künstlich dargestell-

[1]) Damour im Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 491.

ten chemischen Verbindungen. In denjenigen Verbindungen des Mineralreiches, welche auch künstlich dargestellt werden können, herrschen dieselben Mischungsverhältnisse wie in diesen. Dies gilt namentlich für diejenigen Verbindungen, deren Bestandtheile eine grofse Verwandtschaft zu einander haben. So haben die Verbindungen der Basen mit der Kohlensäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Borsäure und mit den sogenannten Metallsäuren (Chromsäure, Arseniksäure etc.), der Metalle mit dem Schwefel, Selen und mit den Salzbildern (Chlor, Fluor etc.) dieselbe Zusammensetzung, mögen sie Erzeugnisse des Mineralreiches oder der chemischen Laboratorien sein. Nicht immer finden sich aber in beiden Erzeugnissen dieselben Sättigungsstufen. So ist im Apatit die Phosphorsäure in einem anderen Verhältnisse mit dem Kalk verbunden, als in den künstlichen Verbindungen dieser Säure mit dieser Base. Manche Verbindungen im Mineralreiche, wie die Kupferlasur, die zusammengesetzten Schwefelmetalle und die zusammengesetzten Silicate hat man noch nicht künstlich darstellen können.

Die Anwendung der Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen auf die der Zersetzung mehr oder weniger unterworfenen Mineralien ist mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft; denn selten oder nie kann man wissen, ob diese noch in ganz unverändertem Zustande sich befinden. Dies ist namentlich bei denjenigen zusammengesetzten Silicaten der Fall, welche Basen enthalten, die grofse Verwandtschaften zu der überall verbreiteten Kohlensäure haben. Um so schwieriger ist es die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen auf diese Silicate anzuwenden, da die auf nassem Wege so schwache Kieselsäure dem ziemlich allgemeinen Gesetze folgt, dafs die Zahl der Verbindungsstufen zwischen zweien Substanzen um so mehr zunimmt, je schwächer ihre Verwandtschaft zu einander ist.

Die Analysen der zusammengesetzten Silicate des Mineralreiches führten zur Annahme von nicht weniger als 13 Verbindungen der Kieselsäure mit den Basen (1 neutrales Silicat, 5 saure und 7 basische Silicate); leicht mag aber die Zahl der wirklichen Verbindungen noch gröfser

sein. Ueberdies haben wir (Kap. I. No. 1a. Bd. I. S. 34 u. 35) gesehen, dafs im Wasser aufgelöste Silicate während des Abdampfens in gewöhnlicher Temperatur in übersaure und überbasische zerfallen, welche nicht mehr nach bestimmten Mischungsverhältnissen zusammengesetzt zu sein scheinen.

Nach neueren Versuchen von H. Ludwig[1]) ist die in Gewässern gelöste Kieselsäure nur als übersaures kieselsaures Alkali (wir setzen hinzu überhaupt als Silicat) vorhanden. Er fand, dafs durch Behandlung des kieselsauren Kali mit überschüssiger Salzsäure nicht alles Kali entfernt werden kann, dafs vielmehr ein übersaures kieselsaures Kali bleibt, welches auch nach dem Glühen noch in 25000 Th. Wassers löslich ist.

Das Mittel, welches wir besitzen, die Verbindungsstufen der einzelnen Salze in den Doppelsalzen der starken Säuren, z. B. des Alaun, zu bestimmen, fehlt bei den zusammengesetzten Silicaten.

Die absolute Neutralität in den Salzen, welche die auf Pflanzenpigmente reagirenden starken Säuren bilden, können wir leicht ermitteln, und daraus auf die relativ neutralen Salze, welche dasselbe Sauerstoffverhältnifs wie die absolut neutralen besitzen, aber noch sauer oder alkalisch reagiren, schliefsen.

Dies kann aber keine Anwendung auf die Silicate finden. Da freie Kieselsäure blaues Lackmuspapier nicht röthet: so kann auch die an Basen gebundene Kieselsäure keine sauere Reaction zeigen. Dagegen reagiren die künstlichen leichtlöslichen Silicate noch alkalisch. Wäre ein solches Silicat bekannt, welches nicht mehr alkalisch reagirte: so würde dies ein absolut neutrales sein, und danach liefsen sich die sauren und die basischen Silicate ordnen. Dies ist aber nicht der Fall. Daher ist die Eintheilung der Silicate in neutrale, saure und basische eine rein willkürliche. Die Benennung saure und basische Salze könnte beibehalten werden, um als saure Silicate solche zu bezeichnen welche reich, und als basische welche arm an Kieselsäure sind. Der Name neutrale Salze sollte aber ganz vermieden werden.

[1]) Archiv der Pharmacie. Bd. LXXXIV. S. 129 ff.

Endlich ist noch zu bemerken, dafs die Verbindungsstufen in den einfachen Silicaten weniger als in den zusammengesetzten zu variiren scheinen. So kommt das einfache Magnesiasilicat in gleicher Verbindungsstufe, als Speckstein und als Talk, in einer anderen Verbindungsstufe als Meerschaum (Kap. XLI.) vor. So verschiedenartig als die Mineralien sind, aus denen der Speckstein als Zersetzungsproduct hervorgeht, und so sehr auch die Verbindungsstufen der in ihnen enthaltenen kieselsauren Magnesia variiren mögen, dieses Zersetzungsproduct stellt sich, wenn man von geringen Mengen anderer Basen abstrahirt, stets in gleicher Zusammensetzung dar.

Die Anwendung der Isomorphie, wonach ähnlich zusammengesetzte Stoffe sich gegenseitig ersetzen können, hat über die Verbindungen des Mineralreichs viel Licht verbreitet. Man ging aber zu weit und machte Voraussetzungen, welche nicht aus directen Erfahrungen hervorgegangen sind. Rammelsberg[1]) sagt ganz richtig, dafs das innere Wesen der Isomorphie nicht nothwendig und nicht in allen Fällen auf einer analogen Gruppirung der Elemente beruhen kann (Kap. XXX). Neue Vorstellungen, Atomvolume, Heteromerie u. s. w. sind defshalb zu Hülfe genommen worden; sie haben aber dadurch den Gegenstand nur noch mehr verwickelt.

Wir besitzen, bemerkt Rammelsberg, zahlreiche und gewifs genaue Analysen von Feldspatharten, von Glimmern, von Augiten und Hornblenden; dennoch müssen wir aufrichtig gestehen, dafs wir für keines dieser Mineralien einen allgemein passenden Ausdruck der chemischen Zusammensetzung angeben können. So grofs die Aehnlichkeit in den physikalischen Merkmalen der einzelnen Glieder dieser Gattungen ist, und so leicht in dieser Beziehung das, was zusammengehört, vereinigt werden kann: so grofs sind die Abweichungen in der Zusammensetzung dieser Glieder. Ein und derselbe Typus der Krystallform, kaum mehr als bei isomorphen Körpern gewöhnlich differirend, vereinigt alle die Substanzen, welche wir allgemein Feldspath nennen. Gleichwohl mufste der Chemiker

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXX. S. 449.

eine Trennung dieser Substanzen für nothwendig erachten, als er fand, dafs die einzelnen Glieder Orthoklas und Albit, Oligoklas, Labrador und Anorthit, nicht etwa durch Vertretung einzelner Bestandtheile als isomorphe betrachtet werden können; sondern dafs sie eine wesentlich verschiedene Zusammensetzung haben; denn das Verhältnifs des Sauerstoff der Alkalien und der Kalkerde zu dem der Thonerde ist zwar bei allen wie 1 : 3, der Sauerstoff der Kieselsäure ändert sich aber in den Verhältnissen wie 4 : 6 : 9 : 12.

Wir fügen hinzu, dafs in den Pseudomorphosen, namentlich in den Verdrängungspseudomorphosen, sich die chemische Zusammensetzung total verändert zeigt, während die Krystallform unverändert geblieben ist. Dies steht in völligem Widerspruche mit der Isomorphie; denn sind auch die Pseudomorphosen mehr oder weniger verstümmelte Krystalle: so zeigen sie doch, wie unter gewissen Umständen das mit der chemischen Zusammensetzung verknüpfte Vermögen eine bestimmte Form anzunehmen, gänzlich verloren gehen kann.

Um sich eine richtige Vorstellung von der chemischen Constitution zusammengesetzter Silicate machen zu können, erschien es als ein wichtiger Fortschritt, dafs man die isomorphen Basen zusammenstellte und sie so in zwei Klassen brachte, wovon eine jede diejenigen Basen umfasste, welche sich gegenseitig vertreten können. Erste Klasse: Basen mit 2 Atom Sauerstoff (Alkalien, Kalkerde, Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul); zweite Klasse: Basen mit 3 Atom Sauerstoff (Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd). Um der atomischen Hypothese auszuweichen, nennen wir zweckmäfsiger die Basen der ersten Klasse Monoxyde, die der zweiten Sesquioxyde.

Diese Sonderung setzt die genaue Ermittelung der Oxydationsstufen des Eisens und deren quantitative Bestimmung voraus. Dasselbe gilt von den Oxydationsstufen des Mangan. In den älteren Analysen ist aber diese Unterscheidung fast ohne Ausnahme unberücksichtigt geblieben. Wenn nun auch in neuerer Zeit Mittel zur Scheidung der Oxyde des Eisen aufgefunden worden sind: so hat man doch noch lange nicht denjenigen Grad der Ge-

nauigkeit erreichen können, welchen exacte Analysen erfordern. Daher ist die Vertheilung dieser Oxyde in die beiden Klassen der isomorphen Basen eine mehr oder weniger unvollkommene.

Dies ist nicht die einzige Schwierigkeit, womit man zú kämpfen hat, um ein Fundament für die Vorstellung der chemischen Constitution der zusammengesetzten Silicate zu gewinnen. Ist es auch, wie namentlich bei denjenigen Silicaten, welche sehr wenig Eisen und Mangan enthalten, gelungen die Hauptbasen zu ordnen: so findet sich auf der andern Seite die Kieselsäure selten in solchem Verhältnisse, dafs man sie zwischen beiden Klassen von Basen so vertheilen kann, dafs Silicate von gleichen Verbindungsstufen erhalten werden. Man wird dann zur Annahme verschiedener Verbindungsstufen der Monoxyd- und Sesquioxydbasen geführt. Damit ist aber der Willkür Thür und Thor geöffnet, wie dies die abweichenden chemischen Formeln, welche verschiedene Chemiker für dieselben Mineralien entworfen und dadurch die Vorstellungen von der chemischen Constitution der zusammengesetzten Silicate in ein Labyrinth geführt haben, so häufig zeigen.

Welchen Werth können aber chemische Formeln haben, welche nur auf Wahrscheinlichkeitsgründen oder auf Analogieen mit verwandten Mineralien basirt sind? — Dazu kommt, dafs sich die chemische Zusammensetzung der Mineralien im Laufe der Zeit ändert. Waren sie daher ursprünglich Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen und wurden danach Formeln construirt: so können diese nicht mehr gültig sein, wenn chemische Veränderungen eingetreten und dadurch die bestimmten Mischungsverhältnisse aufgehoben worden sind.

Die eisen- und manganhaltigen zusammengesetzten Silicate unterliegen häufig dadurch einer Veränderung, dafs ihre ursprünglichen Oxydule nach und nach in Oxyde übergehen. Enthielten diese Silicate ursprünglich Oxydule: so waren letztere Monoxydbasen; wandelten sich aber die Oxydule nach und nach in Oxyde um: so gingen sie in Sesquioxydbasen über. Eine Formel, in welcher das Eisen und Mangan den Monoxydbasen zugetheilt wurde,

kann daher nicht mehr gültig sein, wenn die Oxydule ganz oder theilweise Sesquioxydbasen geworden sind. Der umgekehrte, jedoch seltnere Fall tritt ein, wenn durch reducirende Wirkungen organischer Substanzen das ursprünglich vorhanden gewesene Eisenoxyd in Eisenoxydul übergegangen ist.

Wir sehen, wie schwefelsaures Eisenoxydul durch Oxydation in schwefelsaures Eisenoxyd übergeht, wobei sich basischschwefelsaures Eisenoxyd ausscheidet, und diese Ausscheidung bewirkt, dafs sich das Sauerstoffverhältnifs des schwefelsauren Eisenoxydul bei seiner Umwandlung in schwefelsaures Eisenoxyd nicht ändert. Nach dieser Analogie sind wir berechtigt anzunehmen, dafs bei der Umwandlung der in Mineralien enthaltenen Eisenoxydulsilicate in Eisenoxydsilicate gleichfalls ein basisches Eisenoxydsilicat gebildet werde. Solche Verhältnisse scheinen bei der Oxydation der Eisenoxydulsilicate der Mineralien wirklich stattzufinden; denn Mineralien, welche in ihrem unveränderten Zustande Eisenoxydulsilicate enthalten und von Säuren nicht angegriffen werden, werden angreifbar, wenn sie durch jenen Oxydationsprocefs verändert worden sind. Es ist dann das basische Eisenoxydsilicat, welches von der Säure mit Ausscheidung der Kieselsäure aufgelöst wird.

Die chemischen Formeln leiden, wie sich aus dem Vorstehenden ergibt, an zwei Gebrechen: erstens dafs wie namentlich bei den eisenreichen Mineralien die Sonderung der Basen in Monoxyde und Sesquioxyde so schwierig, ja in den älteren Analysen unmöglich ist; zweitens dafs die Verbindungsstufen der Silicate in zusammengesetzten Silicaten gänzlich unbekannt sind. Dazu kommt, dafs in manchen Mineralien, wie namentlich in den thonerdehaltigen Augiten und Hornblenden, die Thonerde die Rolle einer Säure zu spielen scheint, mithin neben Silicaten Aluminate vorzukommen scheinen. In solchen Fällen sind die mannichfaltigsten Combinationen zwischen Silicaten und Aluminaten denkbar.

In der That, die chemischen Formeln der Mineralien sind nichts anderes als der Ausdruck der individuellen Ansichten der Chemiker, welche sie entworfen haben; sie

können daher nicht den mindesten wissenschaftlichen Werth haben, und nichts weniger als eine Vorstellung von der Gruppirung der Bestandtheile in den Mineralien gewähren.

Unabhängig von der Sonderung der Basen in Monoxyde und Sesquioxyde und von den Verbindungsstufen der einzelnen Silicate in einem zusammengesetzten Silicate ist dagegen das Verhältnifs zwischen dem Sauerstoff der Kieselsäure und dem Sauerstoff der sämmtlichen Basen; denn dieses Verhältnifs ergibt sich unmittelbar aus den Resultaten der Analyse. Der allgemeinste Ausdruck für die chemische Constitution eines Minerals ergibt sich demnach durch Division des Sauerstoff der Kieselsäure in den Sauerstoff der sämmtlichen Basen: wir nennen diesen Quotienten der Kürze wegen den Sauerstoffquotienten (S. Q.).

Dieser Sauerstoffquotient ist freilich mit allen Fehlern behaftet, welche die mangelnde oder ungenaue Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens und Mangans herbeiführt. Diese Fehler haben aber einen noch gröfseren Einflufs auf chemische Formeln, in welchen aus einer fehlerhaften Bestimmung dieser Oxydationsstufen eine fehlerhafte Sonderung der Basen abgeleitet wird.

Ermittelt man den Sauerstoffquotienten aus der Analyse eines Minerals, von dem man annehmen kann, dafs es sich noch in seinem ursprünglichen Zustande befindet: so läfst sich leicht beurtheilen, ob ein anderes Exemplar dieses Minerals, dessen Sauerstoffquotient bekannt ist, gleichfalls noch unverändert ist. Wir beziehen uns indefs auf unsere Bemerkung (Bd. I. S. 187 ff.), dafs wir von keinem einzigen Mineral mit Bestimmtheit sagen können, ob es sich noch in seinem ursprünglichen Zustande befinden möge. Wie aber der normale Sauerstoffquotient approximativ gefunden werden kann, haben wir durch ein Beispiel gezeigt.

Eine Verminderung des Sauerstoffquotienten kann von fortgeführten Basen oder von zugeführter Kieselsäure oder von beiden Ursachen gleichzeitig herrühren. Dafs im umgekehrten Falle auch das Umgekehrte stattfindet, ist von selbst klar. Wenn Basen überhaupt fortgeführt worden sind: so kann man aus der Vergleichung der procentischen Analyse (Bd. I. S. 191 ff.) des normalen Minerals mit der

des veränderten meist erkennen, welche Basen vorzugsweise aus der Mischung getreten sind.

Die vollständigen Veränderungen in den Mineralien, z. B. des Eisens und Mangans erfordern lange Zeiträume. Bis diese Veränderungen durch und durch in dem Mineral vor sich gegangen sind, würden die chemischen Formeln aufhören exact zu sein und könnten daher eine nur sehr ephemere Existenz haben. Die Sauerstoffproportionen drücken dagegen für alle Zeiten die wahre Zusammensetzung der Mineralien aus, mögen sich dieselben noch in ihrem ursprünglichen oder in einem wenn auch noch so wenig veränderten Zustande befinden. Entsprechen die Sauerstoffantheile nicht mehr solchen einfachen Verhältnissen wie sie sich zwischen den Basen und der Kieselsäure aus der Analyse des unveränderten Minerals ergeben haben: so ist dies ein sicheres Zeichen, dafs schon Veränderungen eingetreten sind.

Wo eine Sonderung der Monoxydbasen von den Sesquioxydbasen zu erreichen ist, was namentlich bei den eisenarmen Mineralien mit gröfserer Genauigkeit als bei den eisenreichen geschehen kann, erlangt der Sauerstoffquotient eine gröfsere Präcision wenn man das Sauerstoffverhältnifs zwischen beiden Klassen von Basen hinzufügt. Man könnte daher die gewöhnliche Bezeichnungsart in den chemischen Formeln mit der Modification beibehalten, dafs das Sauerstoffverhältnifs neben den in Parenthesen eingeschlossenen Radicalen in den Zähler, und das Sauerstoffverhältnifs der Kieselsäure in den Nenner eines Bruchs gesetzt würde. Z. B. in den Vesuvianen ist das Sauerstoffverhältnifs zwischen den Monoxyden, den Sesquioxyden und der Kieselsäure $= 3:2:5$; wir bezeichnen es daher durch den Ausdruck:

$$\frac{(\mathrm{Ca, Mg, Fe, Mn})\,3 + (\mathrm{Al, Fe})\,2}{\mathrm{Si}\,5}$$

$$\text{oder allgemein } \frac{\mathrm{R}\,3 + \ddot{\mathrm{R}}\,2}{\mathrm{Si}\,5} = 1.$$

In den Granaten ist dagegen das Sauerstoffverhältnifs zwischen den Monoxyden, Sesquioxyden und der Kie-

selsäure = 1 : 1 : 2; wir bezeichnen es daher durch den Ausdruck:

$$\frac{(Ca, Mg, Fe, Mn)\,1 + (Al, Fe)\,1}{Si\,2} = \frac{R\,1 + \ddot{R}\,1}{Si\,2} = 1.$$

Da das erste Glied der Formel stets die Monoxyde, das zweite die Sesquioxyde enthält: so brauchen die Oxydationsstufen des Eisens und Mangans nicht besonders bezeichnet zu werden, wenn sie in beiden Gliedern vorkommen oder nicht.

Die Vesuviane und Granaten haben daher denselben Sauerstoffquotienten; in solchen Fällen ist es ein besonderes Bedürfnifs, die Basen zu sondern, sofern die Analysen es möglich machen.

Wo, wie z. B. bei den thonerdefreien Augiten, die Oxydationsstufen des Eisens und Mangans nicht, oder wenigstens nicht ihr relatives Verhältnifs ermittelt ist und daher zwischen Monoxyden und Sesquioxyden nicht unterschieden werden kann, das Sauerstoffverhältnifs zwischen den sämmtlichen Basen und der Kieselsäure aber = 1 : 2 ist, bezeichnen wir es durch den Ausdruck:

$$\frac{(Ca, Mg, Fe, Mn)\,1}{Si\,2} = 0{,}5.$$

Wir werden indefs nur selten von diesen Formeln Gebrauch machen, weil in solchen Fällen, wo bald diese bald jene Basen in den verschiedenen Varietäten eines Minerals vorkommen, Formeln, in denen alle Basen aufgeführt werden müssen, wenig Uebersicht von seiner Zusammensetzung geben. Meist begnügen wir uns blos den Sauerstoffquotienten anzuführen.

Solche Formeln würden, wenn sie adoptirt werden sollten, rein empirische sein und blos das Resultat der chemischen Analyse angeben, während die gewöhnlichen Formeln rationelle genannt werden könnten, wenn sie nicht auf unsicheren und willkürlichen Annahmen basirt wären. Jene können nur dann eine Aenderung erleiden, wenn durch fortgesetzte Untersuchungen die Sauerstoffverhältnisse genauer bestimmt und die Basen schärfer gesondert werden. Diese sind aber nicht blos der dadurch herbeigeführten Aenderung, sondern dem steten Wechsel der Ansichten hinsichtlich der Atomenzahl der Elemente in ihren

Verbindungen und den Verbindungsstufen der Basen mit der Kieselsäure unterworfen. Ob z. B. die Kieselsäure 1 Atom Radical und 2 oder 3 Atome Sauerstoff enthalten mag, hat auf die Bestimmung des Sauerstoffquotienten keinen Einflufs. Sollte sich aber die aufgetauchte Ansicht, dafs die Kieselsäure 2 Atome Sauerstoff enthalte, allgemeine Geltung verschaffen: so würde, um einer allgemeinen Sprachverwirrung vorzubeugen, nichts anderes übrig bleiben, als alle bisherigen, mit chemischen Formeln überladenen Werke umdrucken zu lassen.

So wie gleiche Krystallform mit gänzlich verschiedener Zusammensetzung verknüpft sein kann: so sehen wir auf der andern Seite, wie manche Mineralsubstanzen, welche eine fast identische Zusammensetzung haben, sehr verschiedene physikalische Eigenschaften besitzen können. An verschiedenen Stellen werden wir im Folgenden auf solche Erscheinungen stofsen. So gibt es umgewandelte Mineralien, deren Zusammensetzung mit der mancher Glimmerarten übereinstimmt, oder wenigstens davon nicht mehr abweicht, als letztere unter sich abweichen und doch nichts weniger als die physikalischen Eigenschaften des Glimmer besitzen (Kap. XXIX).

Bemühen wir uns, nur einige leuchtende Punkte aufzufinden, welche dieses dunkle Gebiet erleuchten können: so haben wir sie in der Chemie aufzusuchen. Die isomerischen Substanzen zeigen auf eine auffallende Weise, wie indentische Zusammensetzungen mit sehr verschiedenen Eigenschaften verknüpft sein können. Die Metalloxyde, Schwefelmetalle, Chlormetalle u. s. w. auf der andern Seite bieten viele Beispiele dar, wie Veränderungen in der quantitativen Zusammensetzung der Gemische aufserordentlich abweichende Eigenschaften bedingen können. Unzweifelhaft finden in den Bildungen des Mineralreichs dieselben Verhältnisse statt: die verschiedenen isomerischen Zustände der Kieselsäure und der Silicate in den Mineralien beweisen dies. Die Bemühungen der Chemiker, die Silicate zu ordnen, haben zur Annahme von 13 Verbindungsstufen (S. 284) zwischen der Kieselsäure und den Basen geführt: eine Zahl, welche die der künstlich dargestellten Verbindungsstufen der Säuren mit den Basen

übersteigt, und doch ist es sehr wahrscheinlich, dafs die wirkliche Zahl jener Verbindungsstufen im Mineralreiche noch viel gröfser ist. Es ist daher sehr wohl zu denken, wie in Mineralien, welche gleiche procentige Zusammensetzung besitzen, die verschiedensten Verbindungsstufen der Silicate existiren und dadurch sehr verschiedene Eigenschaften bedingt werden können. Diese verschiedenen Verbindungsstufen durch die Analyse zu ermitteln, liegt, nach dem dermaligen Standpunkte der Wissenschaft, aufser den Grenzen der Möglichkeit.

Dazu kommt, dafs es gewifs nicht blos Silicate sind, welche die Mineralien zusammensetzen. Die Existenz von einfachen Aluminaten (Spinell, Gahnit u. s. w.) ist nachgewiesen, die Zusammensetzung der thonerdehaltigen Augite und Hornblenden hat schon längst zur Annahme von Aluminaten in denselben geführt. Sollten Aluminate gewöhnliche Bestandtheile der Mineralien sein, sollten in ihnen wie in den Silicaten viele Verbindungsstufen stattfinden: so kann eine gar nicht zu ermittelnde Zahl von möglichen Combinationen zwischen diesen binären Verbindungen gedacht werden. Diese Zahl kann durch Rechnung nicht gefunden werden, weil die Zahl der Verbindungsstufen der Silicate und Aluminate durch die Analyse nicht zu ermitteln ist. Aber denken kann man sich die gröfste Mannichfaltigkeit in der Gruppirung der Bestandtheile der Mineralien bei ganz identischer Zusammensetzung.

Das Vorkommen eines Minerals, seine Begleitung von anderen Mineralien, seine durch Pseudomorphosen und chemische Untersuchungen ermittelten Umwandlungen und Zersetzungen, so wie seine Verdrängungen durch andere Substanzen bieten die sichersten Fundamente für die Beurtheilung seiner Bildungsart dar. Daher widmen wir diesen Gegenständen in den folgenden Kapiteln eine besondere Aufmerksamkeit. Die Krystallgestalten so wie die physikalischen Eigenschaften der Mineralien betrachten wir nur in seltenen Fällen, wo sie in inniger Beziehung mit ihren chemischen Eigenschaften stehen.

Eine vollständige Aufzählung der zusammengesetzten Silicate liegt nicht im Plan dieses Werkes. Nur diejeni-

gen unter ihnen, welche sehr verbreitet sind und defshalb ein grofses geologisches Interesse haben, oder deren chemische Eigenschaften ein besonderes Licht auf ihre Bildung so wie auf die Bildung anderer Mineralien werfen, sind der Gegenstand unserer Untersuchungen.

Mineralien in Drusenräumen, welche mit dem umgebenden Gesteine nur durch enge Oeffnungen communiciren, können nur durch Gewässer im aufgelösten Zustande eingeführt und aus denselben abgesetzt worden sein. Findet sich daher irgend ein Mineral, sei es ein Carbonat oder ein Silicat, ein wasserhaltiges oder wasserfreies, seien es mikroskopisch kleine oder fufsgrofse Krystalle, in solchen Drusenräumen: so ist damit seine Bildung auf nassem Wege in diesen erwiesen, und wir schliefsen nur nach der Analogie, wenn wir für dieses in anderen Localitäten vorkommende Mineral dieselbe Bildungsart annehmen.

Es wurde gezeigt (Bd. I. S. 173), dafs pseudomorphische Processe nur auf nassem Wege von Statten gehen können. Wird daher ein Mineral A in der Krystallform eines anderen B gefunden: so ist damit die Möglichkeit seiner Bildung auf diesem Wege gleichfalls erwiesen. Ist ein pseudomorphes Mineral A durch Umwandlung von B entstanden: so ist damit seine unmittelbare Bildung aus wässrigen Flüssigkeiten noch nicht dargethan; ist es aber durch Verdrängung von B entstanden: so ist diese Bildung offenbar.

Findet man in sedimentären Gesteinen wohl ausgebildete Krystalle, z. B. von Feldspath, ist nicht nachzuweisen, dafs eine Einwirkung irgend einer feuerflüssigen Masse auf solche Gesteine stattgefunden habe: so ist ein solches Vorkommen krystallisirter Mineralien ein evidenter Beweis für ihre Bildung auf nassem Wege.

Ein eben solcher Beweis für diese Bildungsart ist es, wenn Mineralien im Contact mit anderen, früher gebildeten und durch Hitze zersetzbaren unorganischen oder organischen Substanzen vorkommen. So wie es ein untrügliches Kennzeichen der Entstehung eines Gesteins auf nassem Wege ist, wenn in ihm organische Reste in bestimmbaren Formen vorkommen: so ist es eben so evident, dafs chemisch nachgewiesene organische Reste in einem

Mineral entweder von der Luft oder vom Wasser abstammen. Diese Reste können gleichzeitig mit der Bildung des Minerals oder nach derselben aufgenommen worden sein: im ersteren Falle kann das Mineral nur auf nassem Wege, im letzteren auf diesem oder auf feuerflüssigem Wege gebildet worden sein. Kommt zugleich mit den organischen Resten Wasser vor und zeigt sich ein zersetzter Zustand des Minerals: so ist es am wahrscheinlichsten, dafs diese Stoffe erst nach seiner Bildung aufgenommen wurden; denn die Gewässer waren es dann, welche die organischen Substanzen zugeführt und zugleich die Zersetzung bewirkt haben. Uebrigens werden den mit der Luft in Berührung stehenden Mineralsubstanzen organische Substanzen wohl stets nur durch Vermittlung des Wassers zugeführt.

Bei Betrachtung der folgenden Mineralien wird unser Augenmerk besonders darauf gerichtet sein, unwiderlegliche Beweise für ihre Bildungsart beizubringen.

In den chemischen Laboratorien bewirken wir Krystallisationen auf nassem und auf trocknem Wege, obgleich auf ersterem bei weitem am häufigsten. Wer kann daher die Möglichkeit bezweifeln, dafs nicht im Mineralreiche gleichfalls auf beiden Wegen Krystallisationen erfolgt sein können und noch erfolgen?

Die Laven fliefsen vor unsern Augen als feuerflüssige Massen aus Kratern. Die grofse Uebereinstimmung dieser erstarrten Massen mit anderen, deren Ausfliefsen nicht beobachtet wurde, zeigt gleichen Ursprung an. Aufser den Laven, Schlacken und anderen vulkanischen Producten gibt es aber kein Gestein, dessen feurige Entstehung mit gleicher Evidenz erwiesen wäre. Die Laven sind daher ganz besonders geeignet, Studien über Krystallbildung auf feuerflüssigem Wege zu machen.

Läfst man ein Gemisch von Blei und Zinn in willkürlichen Verhältnissen langsam erkalten: so erstarrt zuerst ein Theil des einen oder andern Metalls und bleibt mechanisch vertheilt in der noch flüssigen Masse, welche eine Legirung nach bestimmten Mischungsverhältnissen beider Metalle bildet. Erstarrt auch diese Legirung, so bildet demnach das Ganze ein Gemeng aus dieser und

dem einen oder andern überschüssigen Metalle [1]). Ein solcher Vorgang ist auch bei langsamer Abkühlung einer Lava zu denken; nur mit dem Unterschiede, dafs hier mehrere Stoffe zusammengeschmolzen sind.

Sehen wir uns aber nach krystallinischen Bildungen in neueren Laven um: so finden wir sie nur sehr selten. So sind die Producte der jüngsten Eruptionsperioden auf *Island* nicht eben reich an rein krystallinischen Bildungen [2]). Selbst die bei weitem älteren völlig schlackigen Laven in der *Auvergne* sind sehr selten krystallinisch; nur an den Punkten, wo sie sich bis zu einer gewissen Höhe angehäuft haben, enthalten sie ziemlich reichlich Labradorkrystalle. Die blasigen und schlackigen Laven zu *Daffaré* in *Abyssinien* sind dagegen ungemein krystallinisch; sie enthalten ziemlich nette Krystalle von 0,^{m}005 Länge, welche glasige Feldspathe zu sein scheinen [3]). Auch die Laven aus den erloschenen Kratern in den Umgebungen des *Laacher See's* und der *Eifel* sind sehr selten krystallinisch. Eine dieser Laven, der lange Strom vom *Bausenberg* ist jedoch voll von kleinen, netten Augitkrystallen. In den neueren Laven des *Vesuv* finden sich Leucitkrystalle nicht von gleicher Gröfse und Schönheit als in den alten Lavaströmen, besonders in denen, deren Alter über alle Geschichte hinausgeht [4]). Wernerite, Granate und Vesuviane kommen nur in den Producten des *alten Vesuv*, der *Somma* vor. Nun, sollte denn der *neue Vesuv* die Kunst, diese Mineralien auf feurigem Wege zu bilden, verlernt haben?

Medici-Spada beobachtete in Jahr 1835, zehn Monate nach dem Ausbruche des *Vesuv*, eine Lava, die vollkommen kalt erschien, in ihren innern zahlreichen Spalten aber noch weich und feurigheifs war. Es fehlt daher, bemerkt er, den Laven weder an Raum noch an Zeit, um Krystallisationen hervorzubringen, und doch, fügen wir hinzu, finden sich diese so selten [5]).

[1]) Rudberg in Poggendorff's Ann. Bd. XVIII. S. 274.

[2]) Bunsen ebend. Bd. LXXXIII. S. 198.

[3]) Rochet d'Héricourt in Compt. rend. 1846. No. 20.

[4]) Leop. von Buch in Gilbert's Ann. Bd. VI. S. 59.

[5]) Eichwald in Nouveaux Mémoires de la Soc. impér. des Naturalistes de Moscou. T. IX. p. 259.

Eine wirklich krystallinische Erstarrung zeigt die Lava des *Aetna* vom Jahr 1852, denn sie ist gröſstentheils krystallinisch und besteht aus Labrador und Augit mit einzelnen eingesprengten Olivinkörnern. Auch zeigt sich die Gegenwart des Magneteisens durch eine jedoch sehr geringe Wirkung auf die Magnetnadel [1]).

Neuerdings hat F. Zirkel durch genaue Untersuchungen nachgewiesen, daſs eine jegliche Lava unter dem Mikroskop sich als ein Aggregat von Krystallen erweist; am besten tritt dies dadurch hervor, daſs man sich dünne Plättchen davon schleift; und wenn dieser Schliff nur dünn genug und die Vergröſserung nur hinlänglich stark ist, so gewahrt man bei durchfallendem Licht, daſs selbst diejenigen Massen, welche sich mit der Lupe untersucht homogen erweisen, aus wohl unterscheidbaren und deutlich erkennbaren Krystallen bestehen. Häufig vermag man schon mit bloſsem Auge die krystallinische Beschaffenheit wahrzunehmen, oft auch erkennt man, wenn man die Lava fein pulvert, mit der Lupe schon verschieden gefärbte Körnchen.

Nicht nur die vorhistorischen Laven, sondern auch diejenigen, welche in geschichtlicher Zeit geflossen sind, ja diejenigen, welche in der jüngsten Zeit zur Eruption gelangten, besitzen diese krystallinische Structur. Zahlreiche isländische historische Laven, z. B. von der *Hekla*, welche er mikroskopisch untersuchte, ergaben sich alle als krystallinische Gesteine; sehr deutlich krystallinisch ist z. B. die Lava von dem Gipfel des Vulkan *Leirhnúkr*, welche im Jahre 1728 nach dem *Myvatu* zu ausfloſs; auch die rothbraunen zelligen Schlacken von der Oberfläche des Lavastrom lieferten unter dem Mikroskope dasselbe krystallinische Bild. Die Lava des verhältniſsmäſsig jungen Lavafelds, welches sich in einer Ausdehnung von ungefähr 20 Meilen vom Vulkan *Skjaldbreid* bis zum *Cap Reykjanes* erstreckt, zeigt schon wie sehr viele andere Laven mit der Lupe hier und da ein weiſses Feldspath- oder ein grünliches Olivinkorn. Unter dem Mikroskop

[1]) Kenngott in den Sitzungsberichten der Acad. der Wissenschaften zu Wien. Bd. II. S. 87.

ergibt sie sich als ein vollkommen krystallinisches Gemeng ohne jede Spur einer Grundmasse. Das Gemeng besteht aus vorwaltenden, weifsen, stark durchscheinenden langen Feldspathen von schmaler, spiefsiger Gestalt oft mit deutlicher Zwillingsstreifung, graugrünen durchscheinenden Olivinsplittern und Körnern mit einem Strich ins gelbliche, undurchsichtigen schwarzen, unregelmäfsig geformten Körnern von Magneteisen. Augit ist in dieser isländischen Lava gar nicht und überhaupt in fast allen Basaltlaven viel weniger vorhanden als man anzunehmen gewohnt ist. Ein Beispiel einer schon dem blofsen Auge als krystallinisch sich ergebenden Lava ist diejenige, welche sich vom *Eiriksjökull* nach dem Flusse *Nordlingafljót* erstreckt, in der man auf den ersten Blick grauweifsen Feldspath, ölgrünen Olivin und schwarzes Magneteisen gewahrt.

Es ist klar, dafs nach dem Erstarren und Erkalten einer Lava keine Krystallbildung auf feuerflüssigem Wege mehr fortschreiten kann. Finden sich gleichwohl in alten Laven Krystalle, welche in den neueren nicht vorkommen, oder wenigstens viel gröfsere als in diesen: so müssen solche Krystalle auf einem anderen Wege entstanden sein, und da bleibt nur der nasse Weg übrig. Wenn nun in Gesteinen, die entschieden vulkanischen Ursprungs sind, entweder gar keine oder doch nur sehr kleine krystallisirte Mineralien vorkommen, wenn dies selbst in den mächtigsten Lavaströmen, welche Jahrzehnte, vielleicht Jahrhunderte zu ihrer Abkühlung gebraucht, der Fall ist: so schliefst man nicht nach der Analogie, wenn man behauptet, fufsgrofse Berg- und Feldspathkrystalle seien auf feuerflüssigem Wege entstanden, und das Gestein, z. B. der Granit des Riesengebirges, in dessen Drusen sich solche Krystalle finden, sei einstens eine feuerflüssige Masse gewesen. Schlüsse, deren Prämissen nicht bewiesen werden, sondern nur auf Analogie gegründet sein können, sind aber Irrschlüsse, wenn sie gegen die Analogie anstofsen.

Man mufs sich daher sogar hüten, krystallisirte Mineralien, welche in vulkanischen Massen vorkommen, nur für feurige Bildungen zu halten, und aus diesem Vorkommen

schliefsen zu wollen, dafs sie nur auf plutonischem Wege entstehen können. Da zum Beispiel, wie wir sehen werden, Beweise für die neptunische Bildung des Wernerit an Orten, wo vulkanische Wirkungen gänzlich ausgeschlossen sind, vorliegen: so ist kein Grund vorhanden, diese Bildungsart in alten Lavaströmen, welche während einer langen Zeit der Wirkung der Gewässer ausgesetzt waren, für unmöglich halten zu wollen.

Brewster[1]) führt an, dafs Glas, welches unter den Rinnen des Pfarrhauses der *St. Andreas-Cathedrale* gefunden worden ist, eine heterogene krystallinische Structur angenommen hat. Die metallischen Partikelchen hatten sich abgesondert und die kieseligen waren als regelmäfsige Krystalle um den Mittelpunkt der Zersetzung concentrisch gruppirt. Wenn nun das Glas in historischen Zeiten und entschieden durch die Wirkung von Gewässern eine krystallinische Structur annimmt: so kann man nicht zweifeln, dafs die dem Glase ähnlichen vulkanischen Producte eine ähnliche Veränderuug unter denselben Umständen erleiden, und nach langen Zeiten gleichfalls in krystallinische Massen umgewandelt werden können.

Ein interessantes Beispiel von der Kryttallbildung, welche im gewöhnlichen Glase vor sich geht, liefert ein in meinem Besitz befindliches Bruchstück einer grünlichen Fensterscheibe des Kölner Domes. Ihre Verfertigung gehört dem frühen Mittelalter an. Dr. Ferd. Zirkel hat dieses Fensterglas einer nähern mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Das Glas der 3 Mm. dicken Scheibe ist mit sehr vielen Krystallen erfüllt; sie sind zweierlei Art. Die erstern scheinen rhombischer Gestalt zu sein (fig. 1—3) und sind entweder einzelne Individuen oder durchkreuzen einander zu unregelmäfsig-sternförmigen Gestalten. Die zweite Art der Krystalle sind dünne scheinbar sechsseitige Lamellen (fig. 4—6), welche selten vereinzelt liegen, meist zu mehrern unregelmäfsig übereinander geschichtet sind. Der Durchmesser solcher Aggregate übersteigt oft ein Millimeter.

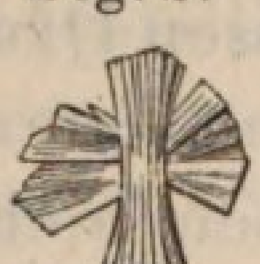
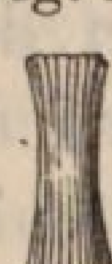
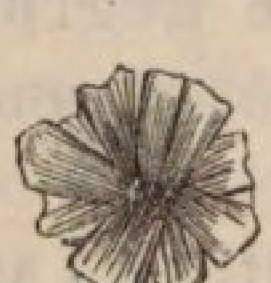
Fig. 2.


Fig. 1.



Fig. 3.

[1]) British Associat. Reports for 1840.

Der Rand dieser platten sechsseitigen Figuren ist häufig von einer doppelten Linie begrenzt. Die Natur dieser Kry-

Fig. 4.

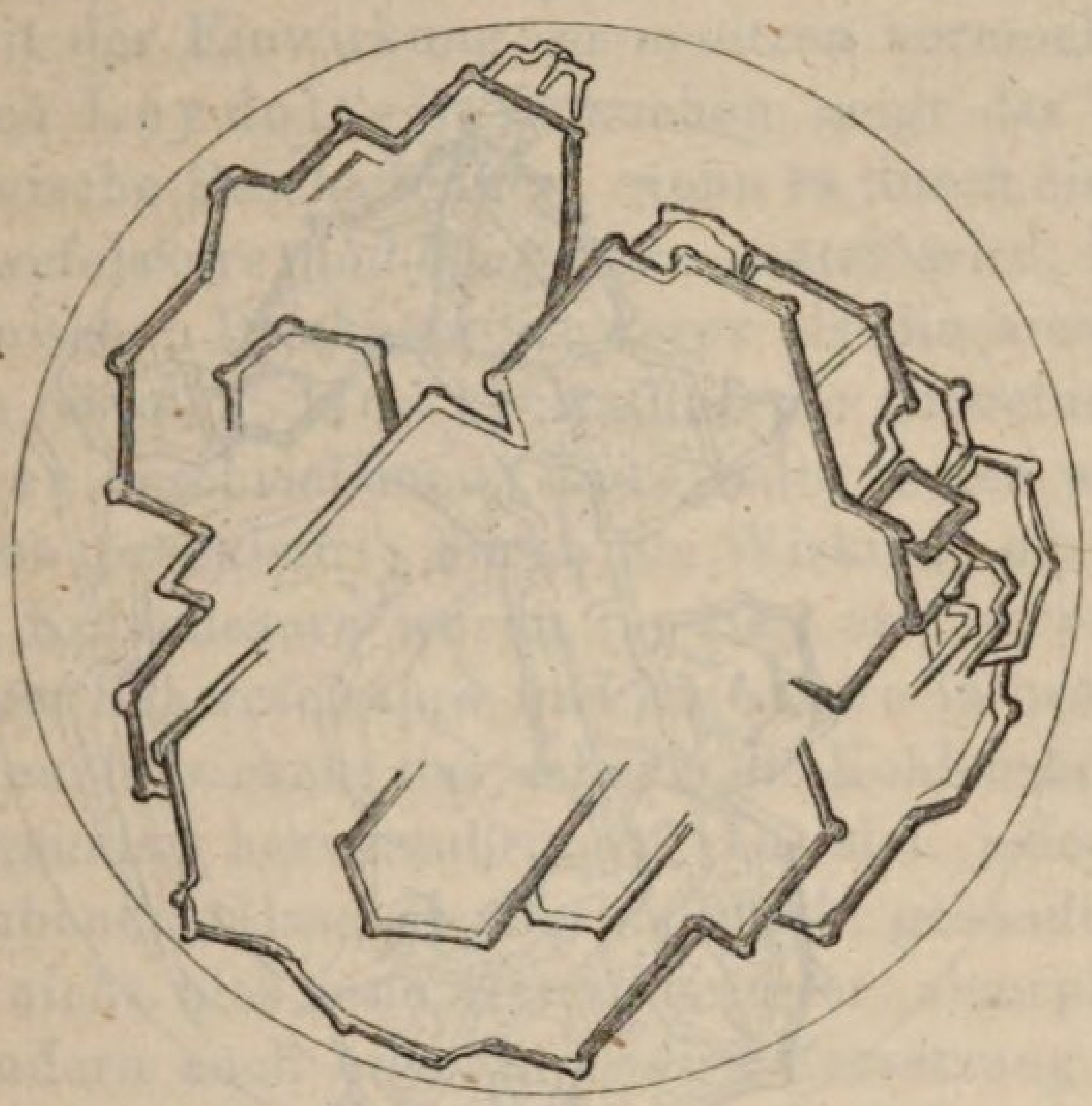
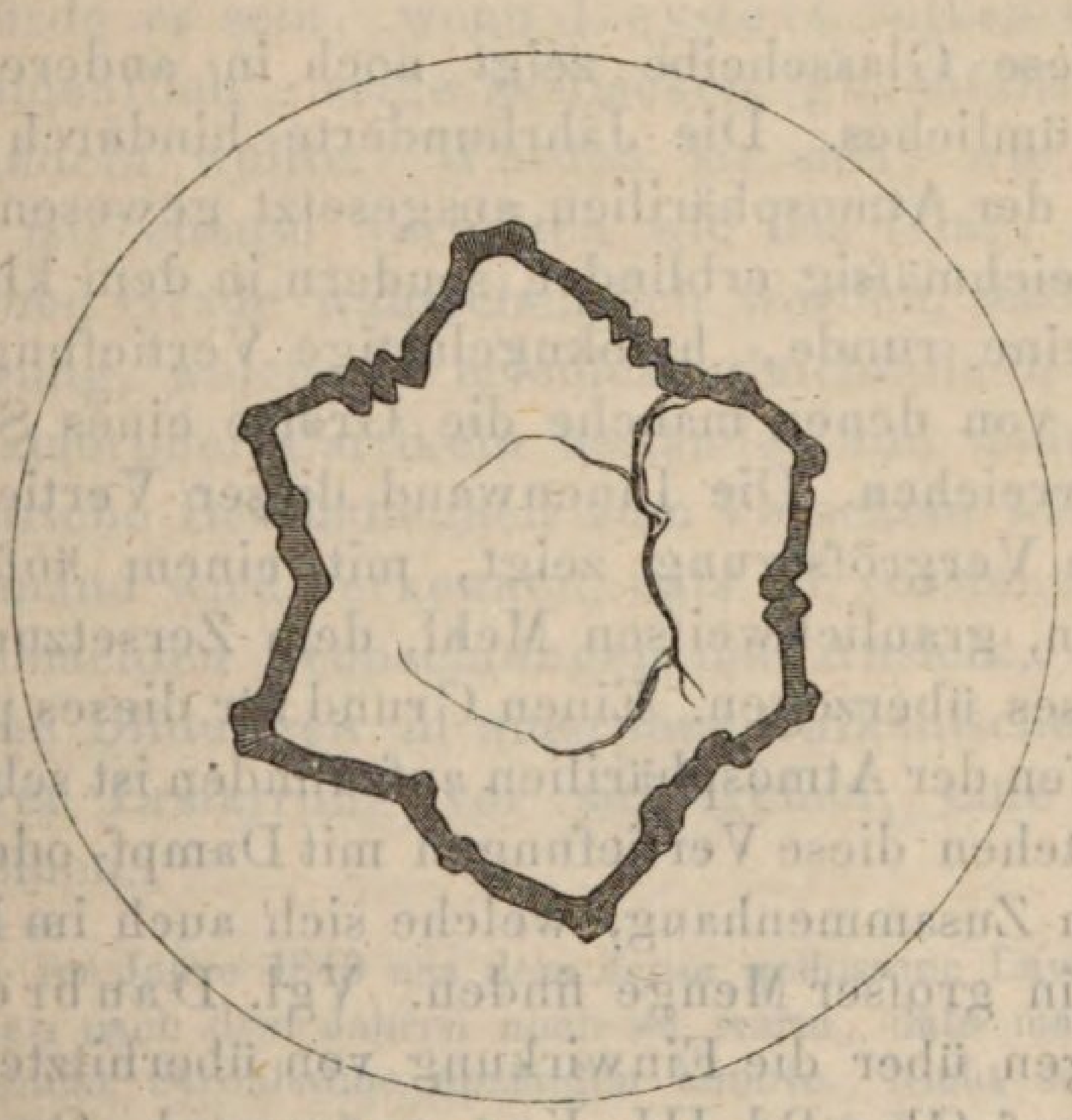


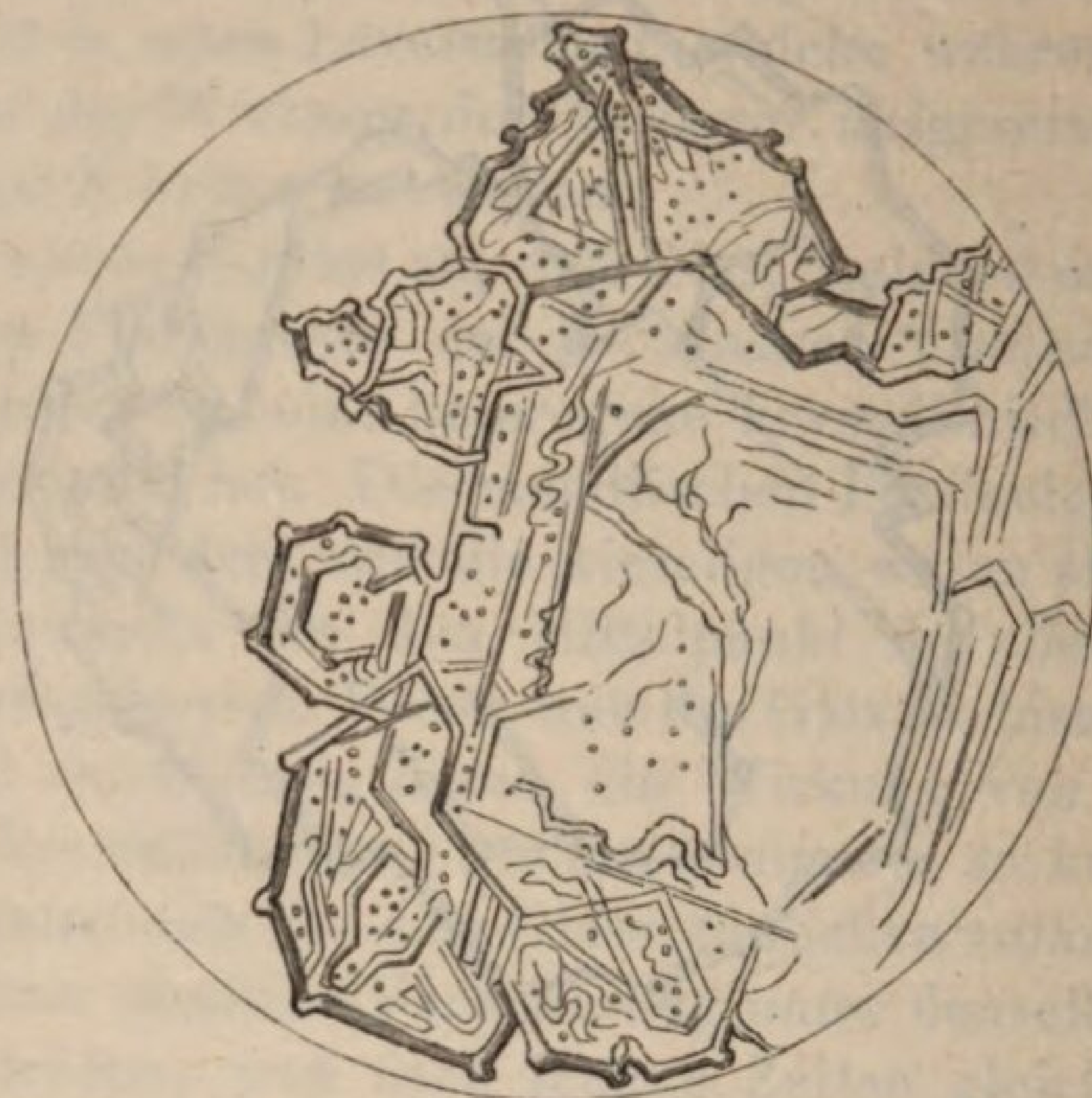
Fig. 5.



stalle mufs vor der Hand unentschieden bleiben; man könnte allenfalls bei den ersten an die Eisenoxydulsili-

catkrystalle, bei der andern an Quarze denken, wenn es nicht allzu gewagt wäre, diese Bildungen mit den Mineralien zu identificiren.

Fig. 6.



Diese Glasscheibe zeigt noch in anderer Hinsicht Eigenthümliches. Die Jahrhunderte hindurch den Wirkungen der Atmosphärilien ausgesetzt gewesene Seite ist nicht gleichmäſsig erblindet, sondern in dem klaren Glase sind kleine runde, halbkugelartige Vertiefungen eingefressen, von denen manche die Gröſse eines Stecknadelkopfs erreichen. Die Innenwand dieser Vertiefungen ist wie die Vergröſserung zeigt, mit einem äuſserst feinkörnigen, graulichweiſsen Mehl, dem Zersetzungsproduct des Glases überzogen. Einen Grund für dieses punktweise Angreifen der Atmosphärilien aufzufinden ist schwer; vielleicht stehen diese Vertiefungen mit Dampf- oder Gasbläschen im Zusammenhang, welche sich auch im Innern des Glases in groſser Menge finden. Vgl. Daubrée's Untersuchungen über die Einwirkung von überhitztem Wasserdampf auf Glas Bd. III. Kap. metamorph. Gesteine.

Es ist denkbar, daſs solche Veränderungen auch die Lava nach ihrer Erstarrung erleiden konnte, da bekannt-

lich grofse Lavamassen während langen Zeiten im glühenden Zustande beharren [1]). Wenn auch unter diesen Umständen das Wasser nicht überhitzt werden konnte, so ist doch wohl zu begreifen, dafs die Länge der Zeit die Heftigkeit der Einwirkung zu ersetzen vermochte.

Nach Leydolt's [2]) Versuchen zeigt das Glas eine krystallinische Beschaffenheit, wenn es durch ein Gemisch von Schwefelsäure und Flufssäure geätzt wird, indem die krystallinischen Parthieen schwerer als die amorphen angegriffen werden. Die krystallinische Structur des von Brewster beschriebenen Glases hatte daher wohl ebenfalls schon präexistirt; durch die Wirkung der Gewässer und der Kohlensäure wurde sie aber erst hervorgerufen. Was daher Schwefelsäure und Flufssäure in wenigen Augenblicken bewirken, das scheint die Kohlensäure in langen Zeiträumen hervorzubringen. Da sich jedoch in dem ausgegrabenen Glase die Bestandtheile gesondert hatten: so fand nicht blos eine Extraction der amorphen Partikeln, sondern auch eine theilweise Zersetzung statt, und defshalb ist die Analogie mit dem mit Schwefelsäure und Flufssäure behandelten Glase keine vollständige. Interessant würde es sein, wenn Leydolt vulkanische Producte, namentlich glasige Schlacken, gleichfalls mit Säuren behandeln wollte. Würden sie sich, wie kaum zu zweifeln ist, ebenso verhalten wie das Glas: so würde es im hohen Grade wahrscheinlich werden, dafs die erste Veränderung, welche sie erleiden, gleichfalls in einer Extraction amorpher Partikeln bestände, und dadurch eine krystallinische Beschaffenheit zum Vorschein käme.

Niemand wird verkennen, dafs die vorstehenden, am Glase gemachten Beobachtungen der Ansicht, dafs krystallinische Bildungen in amorphen vulkanischen Massen nach ihrer Erstarrung vor sich gehen, eine mächtige Stütze leihen.

[1]) Die im Jahre 1843 aus dem *Aetna* geflossene Lava war nach Gemellaro nach drei Jahren noch so warm, dafs man an ihrer untern Schicht Strohhalme anzünden konnte. Nicht selten erhält sich diese Wärme in andern Laven gegen elf Jahre. Eichwald in Nouv. Mém. de la Soc. des Nat. T. IX. p. 317.

[2]) Compt. rend. T. XXXIV. p. 565. Vgl. Daubrées Bemerkungen a. o. a. O.

Werden Salzkrystalle in wässrige Lösungen desselben Salzes gehangen: so setzt sich bei allmäliger Verdunstung des Wassers das aufgelöste Salz auf die Krystalle ab und sie vergröfsern sich[1]). Vgl. Bd. I. S. 123. Der Erfolg ist gewifs ganz derselbe, es mag der in die Flüssigkeit gehangene Krystall auf nassem oder auf trocknem Wege gebildet worden sein. Nach der Analogie mit diesen künstlichen Krystallisationen ist zu erwarten, dafs sich in einer Lava kleine Krystalle, welche während langsamer Erstarrung gebildet wurden, auf gleiche Weise vergröfsert haben.

Kam nicht die ganze Menge der Bestandtheile dieser Krystalle in der Lava während ihrer Erstarrung zur krystallinischen Ausscheidung: so blieb ein Theil davon in der Grundmasse unkrystallisirt zurück. Wurde nun während langer Zeiträume die erstarrte Lava von Meteorwassern durchdrungen: so war Gelegenheit zur allmäligen Auflösung der unkrystallisirt gebliebenen Theile gegeben. Kam diese Auflösung unter günstigen Umständen zur Krystallisation: so konnte geschehen, was auf künstlichem Wege geschieht: die kleinen Krystalle nahmen nach und nach an Gröfse zu.

Es ist sogar denkbar, dafs Krystalle, welche in erstarrender Lava unvollkommen ausgebildet wurden, durch die später auf nassem Wege fortschreitende Krystallisation zur vollständigen Ausbildung kamen; vgl. Bd. I. S. 136 ff.

Die oben S. 193 und Bd. I. S. 127 angeführten Gypskrystalle auf Dornen von 13 Linien Durchmesser, welche sich aus gypshaltigen Wassertropfen vor unsern Augen in 4 bis 6 Jahren gebildet hatten, dürften geeignet sein, die Augen der Plutonisten etwas zu öffnen.

Der Vorstellung der Plutonisten gegenüber, dafs fufsgrofse Berg- und Feldspathkrystalle in Gängen oder in Drusen im Granit aus aufgestiegenen feuerflüssigen Massen, gleichsam wie ein plastisches Kunstwerk aus Erz entstanden seien, mufs es freilich etwas langweilig erscheinen, wenn wir sie aus Wassertropfen entstehen las-

[1]) Man macht hiervon bekanntlich häufig Gebrauch, um Salzlösungen zum Krystallisiren zu bringen.

sen, und dazu Zeiträume in Anspruch nehmen, welche das biblische Alter des Menschengeschlechtes bei weitem übertreffen. Wenn wir aber bei allen geologischen Erscheinungen, wo wir der wahren Erklärung uns nähern oder auch sie ganz erreichen, auf grofse, wenn der Ausdruck erlaubt wäre, auf unendlich grofse Zeiträume kommen: so kann die lange Dauer einer geologischen Bildung nie einen Einwand abgeben, ihre Realität zu bezweifeln.

Der Gyps löset sich in 460 Th. Wasser. Es gibt Quellen, welche $\frac{1}{10000}$ Kieselsäure enthalten; in 22 Tropfen eines solchen Quellwassers ist daher eben so viel Kieselsäure als in einem Tropfen einer gesättigten Gypsauflösung schwefelsaurer Kalk enthalten. Es ist daher ein einfaches Rechenexempel, dafs, ceteris paribus, in einer 22mal so langen Zeit, in welcher ein strahliger Gypsstalactit von 1 Zoll Dicke um einen Dorn sich bildet, auch ein Bergkrystall von gleicher Dicke durch Juxtaposition entstehen kann, wenn ein Wasser, aus dem sich nichts anderes als Kieselsäure absetzt, durch Dornreiser tropft. Kaum mehr als ein Jahrhundert würde mithin unter diesen Umständen zur Bildung eines solchen Bergkrystalls, der aus nicht weniger als aus 4766652 concentrischen Kieselsäure-Ringen von ungefähr I Milliontel Linie Dicke zusammengesetzt wäre, hinreichen. Da indefs Quellen von $\frac{1}{10000}$ Kieselsäuregehalt sehr selten sind, sondern meist viel weniger davon enthalten: so ist ein solcher Zeitraum ein Minimum; in den meisten Fällen wird er daher bis zum zwei- und noch mehrfachen steigen. Keineswegs kommen wir jedoch auf Zeiträume, welche, im Verhältnisse zu geologischen Perioden überhaupt, auffallend erscheinen können.

Was vom Quarze gilt, hat auch Bezug auf den Feldspath; denn da auch dieser im Wasser löslich ist (Bd. I. S. 215): so können wir uns noch so grofse Feldspathkrystalle gleichfalls als Bildungen aus wässriger Lösung durch Juxtaposition von Molecülen von aufserordentlicher Kleinheit denken. Es thut nichts zur Sache, wenn, wie wahrscheinlich, die Gewässer den Feldspath nicht unzersetzt auflösen; denn enthält die wässrige Lösung die Kieselsäure, Thonerde und das Kali in anderen Verhältnissen

als der Feldspath: so wird sich daraus dennoch Feldspath abscheiden, da es für die Krystallisation zusammengesetzten Substanzen einerlei ist, in welchen Verhältnissen ihre Bestandtheile in der Lösung enthalten sind. Ebenso wie die abtropfende Soole die Stoffe, welche nicht zur Bildung der Dornsteine verwendet werden, fortführt: so werden auch die, von dem in der Bildung begriffenen Feldspathe abtropfenden Gewässer die überschüssigen Silicate fortführen, und zur Bildung anderer Mineralien oder zur Umwandlung schon vorhandener verwendet werden.

So lange es als ein Dogma galt, dafs Feldspath nur auf plutonischem Wege gebildet werden könne, würden unsere Ansichten für Phantasiegebilde gehalten worden sein. Jetzt aber, wo chemische, mineralogische und geognostische Verhältnisse seine Bildung auf nassem Wege beweisen, wird man nicht die Phantasie, sondern den schlichten Verstand für die Tramontane in unseren Forschungen halten. Schwerlich wird es noch Plutonisten geben, welche läugnen, dafs Zeolithe Infiltrationsproducte sind; kann aber z. B. Analcim ein solches sein, warum nicht auch Orthoklas, der sich von jenem nur darin unterscheidet, dafs er 4 At. Kieselsäure mehr, 6 At. Wasser, und statt Kali Natron enthält? — Ein ausgezeichneter Geognost erkannte schon vor einigen Jahren, dafs mein Neptunismus eine mächtige Stütze im Vorkommen wasserfreier Silicate auf Erzgängen findet (I. Aufl. Bd. II. S. 401). Wie sehr haben sich aber seit dieser Zeit die Beispiele von solchen Vorkommnissen vermehrt! — Neuerdings beschreibt Wiser[1]) zwei Gangstücke von *Schemnitz* in *Ungarn,* welche krystallisirten Adular enthalten. In dem einen scheinen ein Theil des Eisenkies und der Quarz zuerst, später der Feldspath und zuletzt die Kupferkieskrystalle, in dem andern Feldspath und Quarz zuerst, dann Braunspath und Zinkblende und zuletzt Gold und Eisenkies gebildet worden zu sein. Wir sehen also Feldspath im Wechsel mit entschieden neptunischen Bildungen und in jenem Gangstücke sogar als eine spätere Bildung, als Eisenkies.

[1]) Neues Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1850. S. 429.

Wir können nicht anders, wir müssen jede Bildung in Drusen, sei sie ein Carbonat oder ein Silicat, ein wasserhaltiges oder wasserfreies, seien es mikroskopisch kleine oder fufsgrofse Feldspath- oder Quarzkrystalle, für ein Infiltrationsproduct halten, wozu das umgebende Gestein das Material geliefert hat.

Zur Bildung von Krystallen von solcher Gröfse wie die oben angeführten müssen auch die Plutonisten grofse Zeiträume annehmen. Wäre das Material dazu im reinen Zustande gegeben, wäre in den Drusenräumen entweder eine feuerflüssige Quarz- oder eine Feldspathmasse vorhanden gewesen: so könnte man sich die Bildung solcher grofser Krystalle als einen, in kurzer Zeit von Statten gegangenen Krystallisationsact denken. Finden sich aber, wie im *Krötenloche* bei *Schwarzbach* im *Riesengebirge*, fufsgrofse Feldspath- und 3 bis 4 Fufs grofse Quarzkrystalle zusammen: so müfste erst eine Sonderung der Feldspathmasse von der Quarzmasse eingetreten sein, ehe die Bildung der grofsen Krystalle hätte erfolgen können. Diese Sonderung hätte also während des geschmolzenen Zustandes der Masse erfolgen müssen; denn eine vorher eingetretene Erstarrung würde sie unmöglich gemacht haben. Wir vermögen uns jedoch in der That nicht eine klare Vorstellung von einer solchen Sonderung zweier, in ihrer Schmelzbarkeit und Beschaffenheit ganz verschiedenen, in ihrem specifischen Gewichte aber sehr nahe übereinstimmenden, geschmolzenen Massen zu machen. Wir müssen bezweifeln, dafs eine genaue Ermittelung der Lagerungsverhältnisse jener grofsen Quarz- und Feldspathkrystalle die Vorstellung, wie auf feuerflüssigem Wege die Sonderung hätte eintreten können, klarer machen würde. Vielmehr müssen wir vermuthen, dafs man dadurch zur Ueberzeugung von der Unmöglichkeit einer solchen Bildung kommen würde. Abstrahirt man aber auch von allen diesen Schwierigkeiten: so müfste doch, wie bei der Bildung auf nassem Wege, eine Juxtaposition der Krystallmolecüle, wenn auch in bei weitem kürzerer Zeit, stattgefunden haben; denn die krystallinische Erstarrung hätte ja von aufsen nach innen fortschreiten müssen. Fänden sich in den genannten Drusenräumen

stets regelmäfsige Verwachsungen von Feldspath und Quarz, sogenannter Schriftgranit, wie er dort wirklich häufig vorkommt: so würde die Vorstellung vom plutonischen Hergange etwas leichter werden. Doch warum mühen wir uns ab, eine Bildung zu erklären, die wir für unmöglich halten. Dies müssen wir den Plutonisten überlassen!

In der I. Auflage Bd. II. S. 332 habe ich mehrere Beispiele von Krystallisationen amorpher Massen ohne vorhergegangene Auflösung angeführt. Auch im Mineralreiche finden sich ähnliche Erscheinungen; so geht der Korallenkalkstein nach und nach in ein Aggregat von Kalkspath-Individuen über. Nach Marcel de Serres und Figuier [1]) wandeln sich Muschelschalen, wenn sie längere Zeit im Meerwasser liegen, gleichfalls in ein solches Aggregat um. An den Küsten von *Algier* finden sie sich zuweilen in krystallinisch körnigen, weifsen, glänzenden Kalkstein verwandelt.

Ob diesen Krystallisationen eine Auflösung vorhergeht, ist durch das Experiment nicht zu entscheiden. Mögen Stoffe auch noch so schwerlöslich sein, absolut unlöslich sind gewifs die wenigsten; daher kann wohl gedacht werden, dafs ungemein kleine Theilchen amorpher Substanzen vorher aufgelöst und hierauf krystallinisch wieder abgesetzt werden. Sind solche Substanzen von Wasser durchdrungen, oder erneuert sich dasselbe, wie in Gesteinen, immerfort: so sind die Bedingungen zu einem fortwährenden Wechsel von Auflösung und krystallinischer Abscheidung gegeben.

Ist gewifs nicht zu zweifeln, dafs Umwandlungen amorpher Massen in Krystalle im Mineralreiche sehr häufig von Statten gehen: so begreifen wir, wie aus einer ganz amorphen Lava, wenn sie fortwährend von Gewässern durchdrungen wird, krystallinische Ausscheidungen nach und nach erfolgen und Krystalle entstehen können, welche man vergebens in der eben erstarrten Lava sucht. Dasselbe gilt aber auch von amorphen Massen, welche Absätze aus Gewässern sind. Die chemische Analyse eines

[1]) Ann. des sciences nat. 1847. Janv. p. 21.

Thonschiefers zeigt, dafs derselbe gröfstentheils aus einer feldspathigen Grundmasse besteht. In ihm ist also das Material zur Bildung von Feldspathkrystallen im amorphen Zustande vorhanden; kann es daher befremden, wenn wir solche Krystalle in manchen Thonschiefern wirklich finden? — So wie die Kalkspathkrystalle im Korallen-Kalksteine aus amorphen kohlensaurem Kalk entstanden sind: so sind auch die eben erwähnten Feldspathkrystalle aus amorpher Feldspathmasse hervorgegangen. In beiden Fällen war es gewifs nur das Wasser, welches diese Krystallisationen bewirkt hat.

Die Silicate sind theils wasserfrei theils wasserhaltig. Ob ein Mineral wasserfrei ist oder nicht, kann nur ermittelt werden, wenn es so vollkommen frisch erscheint, dafs seine äufseren Kennzeichen keine Veränderung wahrnehmen lassen. Zeigen verschiedene Exemplare desselben Minerals einen veränderlichen Wassergehalt; steigt er mit zunehmender Veränderung: so ist es unzweifelhaft, dafs das gefundene Wasser kein wesentlicher sondern ein später hinzugetretener Bestandtheil ist; denn das Wasser ist es, welches den Mineralien Substanzen zuführt, die Veränderungen bewirken (Bd. I. Kap. I). Auf eine mehr oder weniger fortgeschrittene Veränderung eines Minerals ist schon zu schliefsen, wenn es beim Austrocknen in der Siedhitze des Wassers mehr oder weniger Wasser entwickelt; denn dies ist ein Zeichen, dafs die Zersetzungsmittel bereits eingetreten sind. Viel Wasser geben namentlich diejenigen Gebirgsgesteine, in denen schon die äufsern Kennzeichen eine weit fortgeschrittene Veränderung andeuten. Haben sich bereits Hydrate, z. B. Eisenoxydhydrat, wasserhaltiges Thonerdesilicat u. s. w. gebildet: so gibt das in der Siedhitze ausgetrocknete Mineral in stärkerer Hitze noch mehr Wasser.

Th. Scheerer[1]) glaubte auf eine eigenthümliche Art der Isomorphie, die er polymere nennt, geführt worden zu sein, und welche darin bestehen soll, dafs das Wasser die Magnesia zu ersetzen vermag. Diese polymere Isomorphie soll eine mehr oder weniger ausgedehnte Rolle

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 319 ff.

im Mineralreiche spielen. Gegen Scheerer's Ansichten haben sich indefs Rammelsberg, Naumann und Haidinger erklärt, und auch ich habe dagegen Einwendungen gemacht (I. Aufl. Bd. II. S. 253 ff. und S. 279 ff.).

Mit dem Wasser, welches ursprünglich wasserfreie Mineralien aufgenommen haben und dadurch mehr oder weniger zersetzt worden sind, wurden auch gewöhnlich organische Substanzen eingeführt. Man bemerkt dies bei der chemischen Analyse, wenn man das durch Hitze ausgetriebene Wasser sammelt; es hat meist einen empyreumatischen Geruch und reagirt manchmal alkalisch in Folge zersetzter stickstoffhaltiger Substanzen. Die ausgeschiedenen Erden und die Kieselsäure sind dann gewöhnlich grau und selbst schwarz, und werden erst nach anhaltendem Glühen unter Zutritt der Luft weifs.

Bei der Analyse der Pseudomorphosen zeigen sich diese Erscheinungen in besonderem Grade, welches abermals beweiset, dafs die pseudomorphischen Processe auf nassem Wege von Statten gegangen sind (Bd. I. S. 173).

Nicht die geringen Mengen Wassers, welche in den Mineralien vorhanden sind, können so merkliche, selbst manchmal quantitativ bestimmbare organische Substanzen eingeführt haben, sondern es sind die beträchtlichen, während langer Zeit immerfort durchfiltrirten Wassermengen, welche so viel davon angesammelt haben.

Diese organischen Substanzen sind es auch, welche so häufig die Eisenoxydsilicate in Absätzen aus Gewässern in Eisenoxydulsilicate und Eisenoxydulcarbonate umgewandelt haben.

Ergibt sich aus der chemischen Analyse ein constanter Wassergehalt: so ist er ein wesentlicher Bestandtheil des zusammengesetzten Silicat. Da jedoch auch wasserhaltige Mineralien Veränderungen unterworfen sind, indem sie theils von ihrem Wasser, wie z. B. der Laumontit, schon in gewöhnlicher Temperatur verlieren, theils sich in andere wasserhaltige und selbst in wasserfreie Mineralien umwandeln: so kann, wenn solche Veränderungen schon eingetreten sind, ihr Wassergehalt mehr oder weniger variiren. Daher ist er nur dann mit Genauigkeit zu ermitteln, wenn zur Analyse Exemplare gewählt werden,

deren äufsere Kennzeichen auf einen wenig oder gar nicht veränderten Zustand schliefsen lassen.

Unter den Mineralogen herrscht die Ansicht, dafs Mineralien, welche in anderen eingesprengt oder eingewachsen vorkommen, entweder mit diesen gleichzeitige Bildungen seien oder, wie z. B. Kalkspath, durch Gewässer eingeführt wurden. Es ist aber keine Frage, dafs manche solcher, besonders zwischen Spaltungsflächen eingewachsener Mineralien Zersetzungsproducte derjenigen Mineralien sind, in denen sie sich finden. Kommen in Mineralien, welche Eisenoxydul- und Kalksilicate halten, Eisenoxydhydrat oder Kalkspath vor: so liegt es gewifs sehr nahe, diese für Zersetzungsproducte von jenen mit Hülfe des atmosphärischen Sauerstoff- und Kohlensäuregases (Kap. I. No. 1b. d) und Wassers zu halten; besonders wenn die Mineralien selbst nicht mehr ihre ursprüngliche Frische, sondern sich verändert zeigen. Wären Eisenoxydhydrat und Kalkspath durch Gewässer eingeführt worden: so müfste man diese Substanzen auch in benachbarten Mineralien, welche Eisenoxydul und Kalk nicht in ihrer Mischung haben, finden. Schwerlich werden aber Feldspath, Glimmer und Quarz eines Granit mit Säuren brausen, wenn z. B. der darin eingesprengte Wernerit noch so stark brauset, was doch der Fall sein müfste, sofern der kohlensaure Kalk von Gewässern abgesetzt worden wäre. Nichts kann näher liegen als der Schlufs, dafs der Wernerit brauset, weil er ein Kalksilicat enthält, welches auf Kosten der atmosphärischen Kohlensäure nach und nach in Kalkcarbonat zersetzt wird; dafs aber der Feldspath, Glimmer und Quarz nicht brausen, weil sie keine Kalksilicate enthalten, aus denen Kalkcarbonat entstehen kann.

Die a. a. O. angeführten Erscheinungen haben das dies schon erwiesen. Wir fügen hinzu, dafs die meisten Kalksilicate enthaltenden Gesteine fast immer mit Säuren brausen, selbst wenn in ihnen das mineralogische Auge keine Veränderungen wahrzunehmen glaubt, und dafs dieses Brausen um so mehr zunimmt, je mehr diese Gesteine zersetzt sind. An Gewässer, welche den darin enthaltenen kohlensauren Kalk abgesetzt haben, ist daher nicht mehr zu denken: solche Gesteine brausen, weil ihre Kalksilicate

durch Kohlensäure mehr oder weniger in Kalkcarbonat umgewandelt worden sind.

Kommt der durch Zersetzung von Kalksilicaten entstandene kohlensaure Kalk zur Krystallisation: so erscheint er als verwachsen mit anderen Mineralien des Gesteins, welche keine Zersetzung erlitten haben.

Bildung der Silicate. Durch Zersetzung zusammengesetzter Silicate mittelst Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff entstehen einfache Silicate; es können aber nur diejenigen als solche zum Vorschein kommen, deren Basen keine Verbindungen mit der Kohlensäure eingehen. Vorzugsweise sind es daher die Thonerdesilicate, welche, da sie nur selten in zusammengesetzten Silicaten fehlen, solche Zersetzungsproducte sind. Im Thon und Kaolin finden wir sie mehr oder weniger rein in ungeheuren Quantitäten; aber stets mit Wasser verbunden, welches sie, wenn die zersetzten Silicate wasserfrei waren, während der Zersetzung aufgenommen haben.

Das Vorkommen der alkalischen Silicate in Gewässern zeigt, dafs sie bei Zersetzung zusammengesetzter Silicate mehr oder weniger unzersetzt ausgeschieden werden. Dies ist in Uebereinstimmung mit dem Verhalten dieser Säure zu den alkalischen Silicaten (Kap. I. No. 1 a).

Das Vorkommen der einfachen Silicate ist im Verhältnifs zu dem der zusammengesetzten ganz unbedeutend. Während z. B. die einfachen Thonerdesilicate (Andalusit, Chiastolit und Cyanit) nur selten vorkommen und in weit verbreiteten Gebirgsformationen gänzlich fehlen, finden wir sie in Verbindung mit andern Silicaten in den am meisten verbreiteten Mineralien als wesentliche Bestandtheile. Wir schliefsen hieraus, dafs die Bedingungen, unter denen sich die Affinität der Thonerde zur Kieselsäure zur Bildung von einfachen Silicaten geltend machen kann, nur selten, dafs aber bei Gegenwart anderer Silicate die Bedingungen zur Bildung von zusammengesetzten ungemein häufig gegeben sind. Fassen wir die Feldspathe ins Auge: so finden wir in den alkalischen Silicaten die Bedingungen, unter denen Thonerdesilicate entstehen können; denn die am meisten verbreiteten Feldpsathe sind Doppelsilicate von Alkalien und Thonerde. Da die Feldspathe überhaupt unter

allen Silicaten in gröfster Menge vorkommen, so gehören diese Doppelsilicate zu den am meisten verbreiteten.

Die Thonerde ist eine der schwächsten Basen, ihre Affinität zur Kieselsäure daher sehr gering, die Alkalien sind dagegen die stärksten Basen; die starke Affinität der letzteren unterstützt daher gleichsam die schwache der ersteren; eine Folge davon ist, dafs die Thonerde nur geringe Quantitäten Kieselsäure im einfachen Silicat sättigen kann.

Da der Sauerstoffquotient des Andalusit und des Chiastolit = 1,3 und der des Cyanit sogar = 1,5 ist: so sieht man, dafs im Mineralreiche nicht einmal ein Monosilicat dessen Sauerstoffquotient = 1 gebildet werden kann.

Alkalische Silicate und selbst das Trisilicat, dessen Gegenwart in den Feldspathen, deren Sauerstoffquotient = 0,333 anzunehmen ist, sind leichtlöslich. Diese Silicate können daher nicht im isolirten Zustande vorkommen. Die Thonerdesilicate gehören dagegen zu den schwerlöslichsten. Diese Eigenschaft verleihen sie gleichsam den alkalischen Silicaten und so wird die Bildung derselben in Verbindung mit Thonerde möglich.

Dieselbe Rolle, wie die alkalischen Silicate spielen auch die Kalksilicate in den Feldspathen, welche dieses Silicat als wesentlichen Bestandtheil neben alkalischen Silicaten enthalten. Um so mehr kann die Gegenwart von Kalk die Bildung von Thonerdesilicaten bedingen, da jene Erde als einfaches Silicat vorkommt. Wenn aber zwei Basen gegeben sind, wovon jede ein einfaches Silicat bilden kann: so wird die Bildung eines Doppelsilicat aus beiden Basen um so leichter von Statten gehen.

Das so häufige Vorkommen wasserhaltiger Eisenoxydulsilicate theils in Gewässern aufgelöst, theils in Mineralien (Kap. XXV) läfst keinen Zweifel übrig, dafs sie meist bei Zersetzung zusammengesetzter Silicate ausgeschieden werden. Es ist zu vermuthen, dafs dies dann geschieht, wenn die Gewässer, welche diese Zersetzung bewirken, frei von Sauerstoff sind. Dafs vorhandene Kohlensäure nicht immer, sondern nur unter gewissen Umständen zersetzend auf die Eisenoxydulsilicate wirkt, ist mit gutem Grunde anzunehmen (Bd. I. S. 38). Eisenoxydulsilicate

werden bei Zersetzung zusammengesetzter Silicate unzweifelhaft ausgeschieden (ebend.). Was von den Eisensilicaten gilt, hat auch Bezug auf die Mangansilicate.

Unter den Silicaten, deren Basen sich mit Kohlensäure verbinden, sind es die Magnesiasilicate, welche bei Zersetzung zusammengesetzter Silicate meist als solche, selten als Carbonate ausgeschieden werden (Bd. I. S. 37). Die schwierige Zersetzbarkeit der Magnesiasilicate durch Kohlensäure erklärt dieses Verhalten genügend; es ist aber auch, wie wir in der Folge sehen werden, durch viele ganz oder gröſstentheils aus Magnesiasilicaten bestehende pseudomorphe Mineralien in Form anderer, welche diese Silicate gleichfalls enthalten, nachgewiesen.

Das entgegengesetzte Verhalten zeigt die der Magnesia so ähnliche Kalkerde, welche als Silicat in zusammengesetzten Silicaten bei deren Zersetzung gröſstentheils als Carbonat ausgeschieden wird. Es sind wahrscheinlich nur die geringen Mengen in manchen Quellwassern vorkommender Kalksilicate, welche bei solchen Zersetzungen der Wirkung der Kohlensäure entschlüpft sind.

Durch die Zersetzung der Gesteine, welche Kalksilicate und, wie die Basalte, Dolerite, Melaphyre u. s. w. sehr viel davon enthalten, werden immerfort bedeutende Mengen von Kalksilicaten in kohlensauren Kalk umgegewandelt, der theils in Drusenräumen abgesetzt, gröſstentheils aber dem Meere zugeführt wird. Man muſs daher fragen, ob es denn keine Processe gibt, wodurch Kalksilicate regenerirt werden?

Sind im Innern der Erde, wo die Laven Ursprung nehmen, Kalksteine und quarzhaltige Gesteine vorhanden: so ist die Bildung von Kalksilicaten leicht zu begreifen; denn in der Glühhitze werden kohlensaurer Kalk so wie alle Carbonate durch Kieselsäure zersetzt. Im Heerde der Vulkane können daher auch andere Silicate auf feurigem Wege aus Carbonaten gebildet werden.

Kohlensaurer Kalk und andere Carbonate werden schon in der Siedhitze des Wassers zersetzt (Kap. I. No. 3). Wo die siedendheiſsen Quellen Ursprung nehmen, können daher Kalksilicate aus Kalkcarbonat gleichfalls gebildet werden. Die groſse Verbreitung der Kohlensäureexha-

lationen auf der ganzen Erde führt zur Annahme eben so sehr verbreiteter Processe, wodurch sie entstehen. Sollte nun die Zersetzung der Carbonate durch Kieselsäure einer dieser Processe sein: so würde man eine fortwährende Bildung von Kalk- und anderen Silicaten im Innern der Erde leicht begreifen können (Bd. I. S. 719).

Aber auch auf nassem Wege werden Kalksilicate gebildet: so durch Zersetzung von schwefelsaurem Kalk oder von Chlorcalcium mittelst alkalischer Silicate (Kap. I. No. 8) oder mittelst kieselsaurer Thonerde (Kap. I. No. 43).

In Quellwassern finden sich alkalische Silicate, Chlorcalcium und schwefelsaurer Kalk. Da letzterer in den sich unmittelbar in das Meer ergiefsenden Strömen, nächst dem kohlensauren Kalk, in gröfster Menge vorhanden ist: so mufs er auch in den durch Gebirgsgesteine filtrirenden Gewässern durchschnittlich gleichfalls in gröfster Menge vorkommen.

Thonerdesilicate sind unter allen Silicaten die bei weitem am meisten verbreiteten; denn sie sind Bestandtheile derjenigen Mineralien und Grundmassen, welche krystallinische wie sedimentäre Gebirgsgesteine vorzugsweise zusammensetzen. Defshalb sind sie auch die Hauptbestandtheile der durch Zersetzung dieser Gesteine entstandenen Thone. Wo daher Thonerdesilicate mit Gewässern, welche schwefelsauren Kalk oder Chlorcalcium enthalten, in Berührung kommen, da ist die Möglichkeit einer Bildung von Kalksilicaten gegeben.

Die Annahme von Zersetzungsprocessen im Mineralreiche gewinnt um so mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn es gelingt, alle daraus hervorgehende Zersetzungsproducte nachzuweisen. Die Thonerde gehört zu den seltenen und meist nur in Spuren vorkommenden Bestandtheilen der Quellen. In denselben wird man sie jedoch häufiger finden, wenn man das ausgeschiedene Eisenoxyd darauf sorgfältigst prüft. In vielen Flüssen hat man sie, wenn freilich nur in Spuren nachgewiesen [1]). In welchen Verbin-

[1]) Als aufgelöst in Flufswassern kann sie freilich nur dann betrachtet werden, wenn das Wasser vor der Analyse sorgfältigst filtrirt worden ist.

dungen sie in diesen Gewässern enthalten ist, kann man nicht ermitteln; eine sehr bedeutende Menge schwefelsaurer Thonerde, nämlich 6,77 % vom ganzen Salzgehalt, fand sich jedoch in der Soole von *Dürrenberg*. In Quellen, welche kohlensaure Alkalien enthalten, kann dieses schwefelsaure Salz natürlich nicht vorhanden sein.

Schwefelsaure Thonerde findet sich im Aluminit, Haarsalz, im Kali-, Natron-, Ammoniak-, Eisen-, Mangan- und Talkerde-Alaun und im Pissophan. Sind diese schwefelsauren Salze gewifs in vielen Fundorten, namentlich in Braunkohlenlagern, im Alaunschiefer u. s. w. Zersetzungsproducte von Eisenkies und Thon: so ist doch wenig wahrscheinlich, dafs die im Thonschiefer, Trachyt, Glimmerschiefer, Feldsteinporphyr u. s. w. vorkommende schwefelsaure Thonerde denselben Ursprung habe, sondern es ist wahrscheinlicher, dafs sie ein Zersetzungsproduct von Thonerdesilicaten durch Gyps sei. Ein so leichtlösliches Salz wie die schwefelsaure Thonerde, kann übrigens nur unter besonders günstigen Bedingungen zum Absatze gekommen sein.

Kohlensaure Alkalien und kohlensaurer Kalk (Kap. I. No. 45) fällen aus der wässrigen Lösung der schwefelsauren Thonerde Thonerdehydrat. Das Zusammentreffen dieses schwefelsauren Salzes, welches das einzige in Gewässern nachgewiesene, leichtlösliche Thonerdesalz ist, mit jenen Carbonaten erklärt auf die einfachste Weise die Bildung der natürlichen Thonerdehydrate. Mag die Zersetzung der schwefelsauren Thonerde durch kohlensaure Alkalien oder durch Kalkcarbonat erfolgen, die entstehenden schwefelsauren Salze werden durch die Gewässer fortgeführt. Da in vielen Quellen schwefelsaure Alkalien neben kohlensauren Alkalien, und in vielen anderen schwefelsaurer Kalk neben kohlensaurem Kalk vorkommen: so können in manchen dieser Quellen die schwefelsauren Salze durch eine solche Zersetzung aus den kohlensauren Salzen entstanden sein. Es hat wenigstens keinen Anstand, die supponirte Bildung von Thonerdehydrat für eine wirkliche zu halten.

Magnesiasilicate werden durch Zersetzung von schwefelsaurer Magnesia oder von Chlormagnesium, von Kalksilicaten oder Thonerdesilicaten durch Zersetzung von

Magnesiabicarbonat mittelst Kalksilicaten oder Kalisilicaten gebildet (Bd. I. No. 41, 44, 46).

Chlormagnesium findet sich in vielen Quellen (S. 4); daher kann die Bildung von Magnesiasilicaten durch solche Quellen auf Kosten von Thonerdesilicaten, mögen dieselben, wie im Thon, als einfache Silicate oder in Verbindung mit anderen Silicaten vorhanden sein, gedacht werden. Chloraluminium, welches durch diese Zersetzung entsteht, ist in geringen Mengen in Quellen schwierig nachzuweisen; bemerkenswerth ist aber, dafs dieses Salz von drei Chemikern im Wasser des *Todten Meer* in nicht unbedeutenden Mengen aufgefunden wurde (Bd. I. S. 313). Der bedeutende Gehalt an schwefelsaurer Magnesia in mehreren Flufswassern läfst auf ein ebenso häufiges Vorkommen dieses Salzes in den durch Gebirgsgesteine filtrirenden Gewässern schliefsen, und in vielen Quellen wird es auch gefunden. Die Bedingungen zur Bildung von Magnesiasilicaten aus Thonerdesilicaten sind daher gegeben.

Bei *Kassoïbrod* am *Ural*[1]) kommt auf kleinen Gängen im Chloritschiefer Diaspor mit Glimmer, und bei *Achmatowsk* am *Ural*[2]) Hydrargyllit im Talkschiefer vor. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs ein Theil der Magnesiasilicate in jenem Chlorit- und Talkschiefer, in denen Thonerdehydrate vorkommen, ein Product der Zersetzung von Thonerdesilicaten durch Chlormagnesium oder durch schwefelsaure Magnesia ist. Kamen die gebildeten Thonerdesalze mit Gewässern, welche Kalkbicarbonat enthielten, oder mit Kalkspath zusammen: so wurde Thonerdehydrat niedergeschlagen. Das Vorkommen des Diaspor im sogenannten Agalmatholith[3]), der fast reines Thonerdesilicat ist, spricht zu Gunsten einer solchen Bildung dieses Thonerdehydrats.

Auch das Vorkommen wasserfreier Thonerde, des Saphir im Basalt, des Korund im Gneifs und Granit, gestattet auf eine ähnliche Bildungsart zu schliefsen, und

[1]) Fiedler in Poggendorff's Ann. Bd. XXV. S. 322.

[2]) G. Rose Reise nach dem *Ural.* Bd. II. S. 122.

[3]) Zum Agalmatolith rechnet C. T. Jackson (Jahresb. 1857. S. 673) ein sich seifig anfühlendes Gestein von den Grenzen des *Deep-River-Kohlenfelds* in *Nordkarolina.*

um so mehr, da das Auftreten reiner Thonerde in Gesteinen, welche aufser Thonerdesilicate keine anderen Verbindungen dieser Erde enthalten, nur als eine Folge der Zersetzung dieser Silicate gedacht werden kann. So lange nicht andere, als die supponirten Zersetzungsprocesse der Thonerdesilicate bekannt werden, haben diese gewifs die meiste Wahrscheinlichkeit, und nur da, wo sich in der Nähe des Vorkommens der Thonerdehydrate oder der wasserfreien Thonerde Eisenkiese finden, könnte eine Zersetzung der Thonerdesilicate durch die sich bildende Schwefelsäure und eine Fällung der Thonerde aus der auf diese Weise entstandenen schwefelsauren Thonerde durch kohlensaure Alkalien oder durch kohlensauren Kalk angenommen werden.

Dafs Beziehungen zwischen Thonerdehydrat und reiner Thonerde stattfinden, dafs letztere wahrscheinlich aus ersterem hervorgegangen ist, zeigt der fein eingesprengte Schmirgel in dem Chloritschiefer, in welchem der Diaspor gefunden wurde [1], so wie auch der in diesem Schiefer in geringer Menge vorkommende Korund [2].

Unter den Magnesiasalzen ist Magnesiabicarbonat dasjenige, welches ein ganz gewöhnlicher Bestandtheil nicht blos der Mineral- sondern auch der süfsen Quellen ist. Solche Quellen können daher die in zusammengesetzten Silicaten enthaltenen Kalk- und alkalischen Silicate zersetzen und die Bildung von Magnesiasilicaten, jedoch mit gleichzeitiger Ausscheidung von Quarz (Kap. I. No. 46) veranlassen.

Da Chlormagnesium, schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia nächst Chlornatrium die Hauptbestandtheile des Meerwassers sind, und Thonerdesilicate theils schwebend in ihnen, theils auf dem Meeresgrunde vorkommen: so sind hier die günstigsten Bedingungen zur Bildung von Kalk- und Magnesiasilicaten gegeben. Da aber Chloraluminium wie schwefelsaure Thonerde durch Kalkbicarbonat zersetzt werden: so können jene Thonerde-

[1]) G. Rose a. a. O. Bd. I. S. 248. Fiedler fand im aus Korundkörnern bestehenden Schmirgel einige Stücke Diaspor.

[2]) Ebend. S. 151 und 256.

salze nicht neben diesem Carbonat, mag es im Meerwasser aufgelöst oder auf dem Meeresgrunde in fester Form vorhanden sein, existiren; sondern es bilden sich durch gegenseitige Zersetzung schwefelsaurer Kalk und Chlorcalcium, und Thonerde wird als Hydrat ausgeschieden.

Da Chlorcalcium dem Meerwasser fehlt: so kann nur der schwefelsaure Kalk desselben die Bildung von Kalksilicaten veranlassen. Zu dem schon bekannten Processe, wodurch der dem Meere in so grofsen Mengen zugeführte schwefelsaure Kalk zersetzt wird (Bd. I. S. 431), kommt daher ein neuer, der aber die Menge dieses Salzes im Meerwasser nicht vermindert, sondern sie auf Kosten der Magnesiasalze sogar noch vermehrt.

Die Bedeutung der Thonerdesilicate als Zersetzungsmittel der schwefelsauren Kalkerde im Meerwasser steigert sich noch dadurch, dafs diese Silicate durch Zersezzung des Chlormagnesium in diesem Wasser auch die Bildung von Magnesiasilicaten bewirken. Diese wie die Kalksilicate können daher in den Thonmassen auf dem Grunde des Meeres entstehen, und dafs beide Silicate wirklich entstehen, zeigen die von P. Harting[1]) untersuchten Absätze unter *Amsterdam*, welche sich jedenfalls im Meere abgelagert haben. Die Analysen dieser Absätze geben bis auf 3,05 % Kalk und 5,19 % Magnesia steigende Mengen an, die als Silicate vorhanden sind. Von den so leicht zersetzbaren Kalksilicaten ist keineswegs zu vermuthen, dafs sie in den schwebenden Theilen der Flüsse dahin geführt werden konnten, wo wir sie finden. Sollten auch Kalksilicate in diese Flüsse gelangt sein: so würden sie auf dem langen Wege, den sie im feinzertheiltesten Zustande, getragen vom Wasser, machen mufsten, durch die Kohlensäure in demselben und in der atmosphärischen Luft in kohlensauren Kalk und Kieselsäure unzweifelhaft zersetzt worden sein. Ersterer würde sich ganz gewifs, letztere wahrscheinlich im Wasser gelöst haben. Die Kalksilicate in jenen Absätzen sind daher entschieden neue Bildungen, und wären wir nicht mit Processen vertraut geworden, wodurch sie gebildet werden können: so müfsten

[1]) De Bodem onder Amsterdam. Amsterdam 1852.

wir nothwendig auf solche schliefsen. Bemerkenswerth ist, dafs die Magnesiasilicate in jenen Absätzen durchgängig mehr als die Kalksilicate betragen. Entweder hat sich dieses Verhältnifs bei ihrer Bildung herausgestellt, wofür die oben angeführten Bedingungen, wonach mehr Magnesiasilicate als Kalksilicate entstehen müssen, spricht, oder ein Theil der Magnesiasilicate setzte sich als solche ab, da sie viel schwieriger als die Kalksilicate zersetzt werden. Magnesiasilicate konnten daher auf langem Wege mehr oder weniger unzersetzt vom Wasser der Flüsse fortgeführt werden.

Recapituliren wir die betrachteten Processe: so ergibt sich, wie durch eine Reihe von Zersetzungsprocessen kohlensaurer Kalk in Meeresabsätzen in kieselsauren Kalk umgewandelt wird. Der noch vorhandene kohlensaure Kalk in den Absätzen unter *Amsterdam* erscheint daher als der Rest von dieser Umwandlung, welche so lange fortschreiten kann, als noch kohlensaurer Kalk vorhanden ist. Es ergibt sich ferner, dafs durch diese Processe die Menge der Thonerde in den Meeresabsätzen nicht abnimmt; denn es wandelt sich blos ein Theil der kieselsauren Thonerde in Thonerdehydrat um. In der That, der Umstand, dafs die natürlichen Silicate nur von concentrirter Schwefelsäure vollkommen, von anderen Säuren blos theilweise zersetzt werden, spricht dafür, dafs sie Gemenge aus Thonerdesilicat und Thonerdehydrat seien. Für solche werden sie auch von mehreren Chemikern gehalten.

Es würde sehr unlogisch sein, wenn man den in so grofsen Quantitäten im Meerwasser vorhandenen Kalk- und Magnesiasalzen ein inactives Verhalten zuschreiben wollte, während man so deutlich sieht, wie die bei weitem geringeren Quantitäten dieser Salze in den, das Gebirgsgestein durchdringenden Gewässern so mannichfaltige Zersetzungen und neue Bildungen hervorbringen. Man könnte es mit einer weisen Anordnung in allen Dingen nicht vereinigen, wenn dem Meere nur immerfort Salze zugeführt würden, ohne dafs sie eine Verwendung zur Bildung neuer Mineralsubstanzen erhielten; denn sonst würden sie sich endlich so anhäufen, dafs das organische Leben gefährdet werden müfste.

Kann man sich eine Bildung der Silicate auf directem Wege denken? Den elektro-negativen Bestandtheil der Silicate finden wir im isolirten Zustande massenhaft im Quarz, und kaum gibt es ein Wasser auf oder unter der Erdoberfläche, welches nicht wenigstens Spuren von Kieselsäure aufgelöst enthält. Nicht so verhält sich's aber mit den Basen. Im freien Zustande kommen die Alkalien und die Kalkerde nirgends, die Magnesia als Hydrat selten und noch seltener die Thonerde vor. Die in Gewässern gelöste Kieselsäure findet daher keine Gelegenheit alkalische und Kalksilicate und nur selten Magnesia- und Thonerdesilicate auf diese Weise zu bilden. Unter den Basen, deren Metalle zu den schweren gehören, sind es die Eisenoxyde, welche in gröfster Menge vorkommen. Dafs diese Basen sich auf directem Wege mit der im Wasser gelösten Kieselsäure verbinden können, davon im nächsten Kapitel.

Wie sich Säuren überhaupt mit manchen ihrer neutralen Salze zu sauren Salzen direct verbinden: so ist dasselbe zu erwarten, wenn Gewässer, Kieselsäure enthaltend, mit Silicaten in Berührung kommen. Monosilicate können sich dann in Bisilicate umwandeln.

Ist der Sauerstoffquotient eines veränderten Minerals kleiner als der des unveränderten: so schliefsen wir auf eine theilweise Ausscheidung von Basen. Die in Rede stehende Aufnahme von Kieselsäure würde aber denselben Erfolg herbeiführen.

Wie unlösliche Phosphate in überschüssiger Phosphorsäure sich auflösen: so kann ein ähnliches Verhalten bei den Silicaten gedacht werden. Auf experimentalem Wege ist dies nicht zu ermitteln. Verhält sich's aber so: so würde die in Gewässern gelöste Kieselsäure ebenso wie die Kohlensäure bei pseudomorphischen Processen als Fortführungsmittel von Silicaten wirken.

Vorstehende Bemerkungen thuen dar, dafs die directe Bildung von Silicaten im Mineralreich nur selten stattfinden kann, und dafs eine solche Bildung nicht als ein Aequivalent der so häufigen Zersetzung von Silicaten durch Kohlensäure zu denken ist, einer Zersetzung, welcher namentlich die Silicate der Kalkerde und der Alkalien un-

unterbrochen ausgesetzt sind und mit gänzlicher Umwandlung derselben in Carbonate endigen wird.

Zersetzung der Silicate. Von der künstlichen Zersetzung derselben durch Säuren war schon S. 280 die Rede. In Beziehung auf ihre Zersetzbarkeit im Mineralreiche zeigen sich wesentliche Verschiedenheiten.

Es ist eine allgemeine Erscheinung, dafs gewisse Krystallflächen der Mineralien vor anderen der Verwitterung unterliegen. Die Hauptursache dieser Verschiedenheit dürfte wohl darin zu suchen sein, dafs Krystallflächen, welche von Theilungsflächen geschnitten werden, mehr zur Zersetzung geneigt sein müssen als andere Krystallflächen, welche mit den Theilungsflächen mehr oder weniger gleichlaufend sind; denn dort haben die Gewässer bei weitem mehr Gelegenheit anzugreifen und einzudringen als hier. Es ist dasselbe Verhältnifs in kleinem Maafsstabe, wie bei den schiefrigen Gesteinen im Grofsen; denn gehen die Schieferungsflächen zu Tage aus, so verwittern sie viel leichter, als wenn sie eine horizontale Lage haben. Aber auch eine unvollständige Ausbildung der Krystalle, rauhe gestreifte oder drusige Oberflächen, müssen die Zersetzung mehr oder weniger begünstigen, theils dadurch, dafs vollkommene Krystalle den Auflösungs- und Zersetzungsmitteln überhaupt mehr widerstehen, als unvollkommene, theils dafs rauhe Oberflächen die Berührungspunkte vermehren.

Zu den zersetzbarsten gehören in der Regel diejenigen, welche Kalk-, Eisenoxydul- und Manganoxydulsilicate enthalten; sie werden um so leichter und schneller zersetzt, je mehr sie von diesen Silicaten enthalten. Diejenigen dagegen, welche vorherrschend aus Thonerde- und Magnesiasilicaten bestehen, gehören zu den am schwierigsten zersetzbaren Silicaten; denn die ersteren werden, weil sich die Thonerde nicht mit Kohlensäure verbinden kann, von dieser Säure gar nicht, die letzteren nur schwierig davon zersetzt (Kap. I. No. 1. c. und f.). Ausnahmen von dieser Regel bieten indefs Cordierit und Olivin dar.

Die am schwierigsten zersetzbaren Silicate sind, wie dies durch Pseudomorphosen dargethan ist, grofsentheils, wenn nicht ausschliefslich aus den leicht zersetzbaren Silicaten hervorgegangen; daher können wir die ersteren

Silicate der letzten Umwandlungsprocesse nennen. Sie sind keiner weiteren oder doch nur einer sehr geringen Einwirkung der Atmosphärilien, des Wassers, Sauerstoffs und der Kohlensäure unterworfen. Sie sind entweder zusammengesetzte oder einfache Silicate. Zu ersteren gehören: Glimmer, Chlorit, Serpentin, Asbest und Amianth; zu letzteren: Speckstein, Talk und kieselsaure Thonerde (Thon, Kaolin).

Das merkwürdigste unter den Umwandlungsproducten ist unstreitig der Glimmer. Kein zusammengesetzter Körper des Mineralreichs ist in Beziehung auf vollendete Ausbildung mit dem Glimmer zu vergleichen. Im Glanze, in der Theilbarkeit übertrifft er alle anderen, in der Beständigkeit und Unveränderlichkeit steht er kaum einem anderen nach. Daher kommt es, dafs wir nur zwei Pseudomorphosen, Speckstein und Hornstein, in Formen von Glimmer finden, während er selbst als Pseudomorphose einer grofsen Zahl von Mineralien auftritt.

Der Glimmer findet sich in Begleitung von völlig zersetzten Mineralien, während er selbst nicht im mindesten verändert erscheint. Seine grofse Unveränderlichkeit ist um so auffallender, da kein anderes Mineral so höchst vollkommen spaltbar ist wie er. Je spaltbarer aber ein Mineral, desto leichter wird es vom Wasser durchdrungen und desto mehr ist es den zersetzenden Agentien ausgesetzt. Jede Glimmertafel erscheint als ein Buch; die einzelnen Glimmerblätter haften kaum mehr an einander als die Papierblätter desselben. Dringt das Federmesser nur eben zwischen die Glimmerblätter ein: so trennen sie sich mit Leichtigkeit; denn nur ihre Adhäsion ist zu überwinden. So wie der vergoldete oder bemalte Schnitt eines Buchs die Entblätterung desselben erschwert: so ist es auch nicht selten ein Ueberzug auf den Kanten der Glimmerblätter, welcher sie auf denselben zusammenkittet und der Spaltbarkeit einige Schwierigkeiten entgegensetzt.

Sind z. B. die Schichten eines glimmerreichen Gneifses stark geneigt: so dringen die Meteorwasser mit Leichtigkeit zwischen die Blätter ein. Sie sind daher den günstigsten Verhältnissen zur Zersetzung ausgesetzt, und dennoch zeigen sie sich so selten verändert.

Ich habe aus der Quadratfläche und aus dem Gewichte ausgeschnittener Glimmerblättchen ihre Dicke bestimmt. Hierauf spaltete ich sie so lange als es noch möglich war. So wurden Blättchen erhalten, welche 0,00016 bis 0,00003 Linien dick waren, ohne dafs jedoch die Grenzen der Spaltbarkeit erreicht wurden. Die meisten solcher überaus dünner Glimmerblättchen zeigen unter der Lupe deutlich, dafs sie noch weiter spaltbar sind. Entweder sieht man, wenn man sie schief gegen das einfallende Licht hält, blasenähnliche Stellen, die sich durch ihre weifse Färbung auszeichnen und von aufliegenden Blättchen gebildet werden, welche sich mit der Federmesser-Spitze meist ablösen lassen, oder man erblickt irreguläre Curvenlinien, welche die Grenzen aufliegender Blättchen bilden, und manchmal gleichfalls noch abgelöset werden können. Nicht selten erscheinen mehrere solcher Curven concentrisch und bezeichnen dann eben so viele über einander liegende Blättchen. Auch die concentrisch farbigen Ringe, welche sich bei schiefer Stellung der Glimmerblättchen gegen das einfallende Licht zeigen, deuten auf Zwischenräume, mithin auf über einander liegende Glimmerblättchen. Die Grenzen der wirklichen Spaltbarkeit kann man daher nie erreichen, und Hauy's Berechnung, wonach es Glimmerblättchen von $\frac{1}{900000}$ Linie geben kann (Bd. I. S. 218), dürfte wohl nicht ein unmögliches Resultat geliefert haben. Solche Glimmerblättchen sind noch dünner als die Vergoldung auf den Tressen, welche nach Reaumur nur $\frac{1}{500000}$ Linie Dicke beträgt.

Dafs Gewässer nicht blos zwischen die aufklaffenden Blätter einer Glimmertafel, sondern auch zwischen die an einander adhärirenden Blättchen dringen, kann nicht bezweifelt werden. Selbst ziemlich dünne Blättchen des schönen Glimmer von *Aschaffenburg* erscheinen, wenn man sie von dem fleischfarbenen Staube, der sie meist mehr oder weniger überzieht, gereinigt hat, wenig durchsichtig. Spaltet man sie: so zeigt sich derselbe Staub auf den Spaltungsflächen. Wäscht man ihn ab: so werden sie durchsichtiger und diese Durchsichtigkeit nimmt bei fortgesetztem Spalten und Reinigen immer mehr zu. Nicht

immer gelingt es aber, auf diese Weise ganz durchsichtige Blättchen zu erhalten, und so lange sich noch trübe Stellen zeigen, sind immer noch Spaltungsflächen mit zwischenliegendem Staube vorhanden. Dieser Staub kann nur durch Gewässer eingeführt worden sein; denn wäre er ein Zersetzungsproduct des Glimmers, so müfsten die Blättchen, auf welchen er liegt, angegriffen erscheinen, oder wenigstens ihren Glanz verloren haben. Sie zeigen aber nicht die geringste Veränderung. Behandelt man mit heifser Salzsäure eine solche Glimmertafel: so wird der Staub aufgelöst, und sie wird durchsichtiger. In der Auflösung findet man Eisenoxyd, Thonerde, Kalkerde und Magnesia. Die Salzsäure dringt also zwischen alle und selbst zwischen die stark adhärirenden Glimmerblättchen ein, und eben so waren auch die Gewässer dazwischen eingedrungen und hatten den Staub abgesetzt.

Betrachtet man diese Verhältnisse etwas näher, so mufs es höchst merkwürdig erscheinen, wie ein Mineral, welches so zertheilt ist wie kein anderes, der Zersetzung widerstehen kann, denn die Gesammtoberfläche der Blättchen eines Glimmerwürfels von 1 Zoll Seite würde 150000 Quadratfufs betragen, wenn er aus Blättchen von $\frac{1}{900000}$ Linie Dicke bestände (Bd. I. S. 218). Gegen solche Oberflächen verschwindet so zu sagen die Masse.

Was vom Glimmer gilt, hat im Allgemeinen auch Bezug auf die übrigen zusammengesetzten Silicate, welche als Producte der letzten Umwandlungsprocesse erscheinen. Sehr bemerkenswerth ist, dafs sich unter diesen Chlorit und Talk gleichfalls durch ihre sehr vollkommene Spaltbarkeit auszeichnen. Auch im Asbest und Amianth, welche Umwandlungsproducte des Augit und der Hornblende sind, finden wir eine aufserordentliche Theilbarkeit in höchst feine leicht trennbare Fasern. Auch diese fein zertheilten Mineralien erhalten sich nur, weil sie die Reste von anderen Mineralien sind, aus denen alles durch die Atmosphärilien Ausziehbare ausgeschieden worden ist.

Die Mineralien, Silicate enthaltend, welche nicht durch Kohlensäure zersetzt werden, sind nicht die einzigen der letzten Umwandlungsprocesse. Auch die Oxyde, Hydrate und Carbonate, welche keiner höheren Oxyda-

tion fähig sind, der Quarz in seinen verschiedenen Abänderungen, das Eisenoxyd, Mangansuperoxyd, Eisenoxydhydrat, die kohlensauren Erden und kohlensauren Metalloxyde gehören zu denselben.

Wenn sich im ganzen Mineralreiche ein Kreislauf zeigt: so müssen wir fragen, ob denn die Mineralien der letzten Umwandlungsprocesse nicht mehr in diesen Kreislauf zurückkehren? — Eine ewige Dauer haben auch diese nicht. Diejenigen unter ihnen, welche sich durch eine an Unauflöslichkeit grenzende Schwerlöslichkeit auszeichnen, wie das Thonerde- und Magnesiasilicat, das Eisenoxyd, das Eisenoxydhydrat und der Quarz erhalten sich am längsten. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs das Magnesiasilicat und das Thonerdesilicat unter gewissen Umständen die Anfangspunkte einer neuen Reihe von metamorphischen Processen werden. Vom Andalusit, der, als einfaches Thonerdesilicat, ein Zersetzungsproduct des Feldspath sein kann, wissen wir es, dafs er sich in Glimmer, Speckstein und Talk umwandeln kann. Werden die Magnesiasilicate von den Gewässern aufgelöst und fortgeführt: so werden auch sie zur Bildung neuer Mineralien verwendet. Der Natur stehen auch Mittel zu Gebote, das Eisenoxyd und den Quarz wieder in den allgemeinen Kreislauf zurückzuführen. Organische Substanzen sind es, welche das Eisenoxyd zu Eisenoxydul reduciren und wieder löslich machen. Organische Substanzen und schwefelsaure Salze wandeln das Eisenoxyd in Eisenkies um, der, Zersetzungsprocessen unterliegend, Material zu neuen Bildungen liefert. Moos und Pflanzen befördern die Zersetzung des Quarzes, die zerfressenen Quarze und die Pseudomorphosen in Formen von Quarz zeigen die Löslichkeit der Kieselsäure in dieser Modification, die kieseligen Bildungen der Infusorien weisen nach, wie organische Thätigkeit wieder Neues schafft. Die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen und Thiere, das Wachsthum der Pflanzen auf dem Lande und in dem Meere lassen erkennen, wie das organische Reich in den Kreislauf der unorganischen Natur eingreift.

Obgleich die einfachen Silicate meist Zersetzungsproducte der zusammengesetzten Silicate sind, letztere da-

her früher als die ersteren existirt haben: so beginnen wir doch im nächsten Kapitel mit der Betrachtung der einfachen Silicate. Hierauf folgen die zusammengesetzten Silicate und zunächst diejenigen, welche nicht in Formen anderer Mineralien vorkommen, und sich daher aus ihren Bestandtheilen selbst gebildet haben. Wir beschliefsen diese Reihe mit denjenigen zusammengesetzten Silicaten, welche in gröfster Zahl in fremden Formen gefunden werden, und daher Umwandlungsproducte vieler Mineralien sein können, ohne jedoch solche stets sein zu müssen; denn das Vorkommen mancher dieser Silicate weiset auch auf eine directe Bildung aus ihren Bestandtheilen hin. Die zwischen diesen beiden Endpunkten genannter Reihe fallenden Silicate werden so geordnet, dafs ein Silicat B, welches sich in der Form eines anderen A findet, diesem nachfolgt. Dies kann freilich nicht ganz consequent durchgeführt werden, indem in seltenen Fällen A auch umgekehrt in der Form von B auftreten kann. Dafs diese Reihenfolge durch weitere Entdeckungen von Pseudomorphosen Aenderungen erleiden wird, ist nicht zu bezweifeln. Noch vor 13 Jahren würde z. B. beim Ordnen der zusammengesetzten Silicate auf die angegebene Weise der Feldspath einen der ersten Plätze der Reihe eingenommen haben; denn bis dahin erschien dieses Mineral stets nur in seiner eigenen Krystallform. Da jedes System in den drei Naturreichen Aenderungen in Folge späterer Entdeckungen ausgesetzt ist: so unterliegt auch das unsrige diesem Schicksale. Einem chemischen Mineralsystem entspricht es aber gewifs, dafs die Kenntnifs eines Minerals der Kenntnifs seiner Umwandlungsproducte vorhergeht. Da z. B. Laumontit und Analcim in Feldspath umgewandelt werden: so betrachten wir die beiden ersteren früher als den letzteren.

Silicate in Räumen, welche ursprünglich leer waren, können nur aus ihren Bestandtheilen gebildet worden sein; denn in diese Räume konnten nur wässrige Lösungen gelangen. Drusenräume sind solche leere Räume im Gestein. Wir sind im Stande, sie in ihrer ganzen Ausdehnung zu beobachten und uns zu versichern, dafs sie ringsumher geschlossen sind, in vielen Fällen aber durch so enge Oeff-

nungen mit dem Nebengesteine communiciren, dafs nur wässrige Flüssigkeiten durch dieselben dringen konnten. Von keinem anderen Silicate läfst sich daher die Bildung aus seinen Bestandtheilen so entschieden beweisen als von Zeolithen. Es scheint sogar, als wenn diese nur auf directem Wege gebildet werden könnten; denn nach den bisherigen Erfahrungen ist es nur der Natrolith, welcher auch aus Nephelin hervorgehen kann [1]).

Aus vorstehenden Gründen eröffnen wir die Reihe der zusammengesetzten Silicate mit den Zeolithen.

Mit dem Wernerit beginnen wir die Reihe der Kalksilicate enthaltenden zusammengesetzten Silicate, welche wegen dieses Silicats besonders leicht zersetzt werden, und daher die mannichfaltigsten Umwandlungsproducte liefern.

Mit dem Augit beginnen wir die zusammengesetzten Silicate, welche Kalk- und Magnesiasilicate enthalten.

Keine Silicate sind für die Bildung zusammengesetzter Silicate von gröfserer Bedeutung als die Thonerdesilicate. Für sich allein finden wir sie im Andalusit, Chyastolith und Cyanit, welche Mineralien jedoch nur wenig verbreitet sind, obgleich sie an manchen Orten ziemlich häufig vorkommen. Mit alkalischen Silicaten und zum Theil mit Kalksilicat verbunden setzen sie die in gröfster Menge unter allen Mineralien vorkommenden Feldspathe zusammen.

Mit alkalischen Magnesia-Eisenoxydul- und Eisenoxydsilicaten aber ohne Kalksilicate setzen die Thonerdesilicate die sehr verbreiteten Glimmer zusammen.

Mit Kalksilicaten bilden sie die Wernerite, Granaten, Vesuviane und Turmaline.

[1]) Blum zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 132.

Kapitel XXV.

Einfache Silicate.

Diese Silicate haben eine viel geringere Bedeutung als die zusammengesetzten; denn jene sind im Vergleiche zu diesen nur sehr wenig verbreitet.

A. Alkalische Silicate.

Diese finden sich als solche nicht im Mineralreiche und können sich wegen ihrer Leichtlöslichkeit im Wasser nicht darin finden. Sie kommen nur in Gewässern in äufserst geringen Mengen aufgelöst vor. In Verbindung mit anderen Silicaten stellen sie aber eine grofse Zahl zusammengesetzter Silicate, welche zu den am meisten verbreiteten gehören, dar.

Alkalische Silicate kommen in Quellwassern vor (S. 281).

Die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen zeigen, dafs in den Gewässern, welche durch die Ackererde dringen und ihnen ihre Nahrung zuführen, Silicate enthalten sind [1]).

[1]) Die Pottasche enthält Kieselsäure an Kali gebunden. Es mag sein, dafs beim Verbrennen der Pflanzen und beim Calciniren der rohen Pottasche ein Theil des kieselsauren Kali durch Zersetzung des kohlensauren Kali mittelst vorhandener oder zufällig hinzugekommener Kieselsäure gebildet wird. Die schon vorhandene Kieselsäure existirte aber gewifs als Silicat, sei es an Kali oder an alkalische Erden gebunden, in den Pflanzen.

In allen Grasarten findet sich kieselsaures Kali, welches beim Wässern der Wiesen dem Boden zugeführt wird. In Gräben und in Bächen, wo durch wechselndes Wasser die von den Pflanzen aufgenommene Kieselsäure sich unaufhörlich erneuert, auf kalireichem Thonboden, in Sümpfen gedeihen die Equisetaceen, die Schilf- und Rohrarten, welche so grofse Mengen Kieselsäure oder kieselsaures Kali enthalten, in der gröfsten Ueppigkeit.

In Betreff der Bildung künstlich alkalischer Silicate verweisen wir auf die Untersuchungen von Fuchs,

Die Menge von kieselsaurem Kali, welches in der Form von Heu den Wiesen jährlich entzogen wird, ist sehr beträchtlich. Ich fand, dafs die Kieselsäure im Heu 2,068 % beträgt. Nach einem Gewitter fand man zwischen *Mannheim* und *Heidelberg* auf einer Wiese eine zusammengeschmolzene glasartige Masse, welche aus kieselsaurem Kali bestand: der Blitz hatte in einen Heuhaufen eingeschlagen, an dessen Stelle man die zusammengeflossene Asche des Heues fand (Liebig Agriculturchemie. S. 155). War auch nicht alles Kali in diesem Silicate an Kieselsäure gebunden im Grase vorhanden, sondern zum Theil mit organischen Säuren in Verbindung: so existirte doch gewifs Kalisilicat in demselben.

Nehmen wir beispielsweise die Analyse der Roggenstrohasche von Fresenius (ebend. S. 329), so finden wir darin:

Kali an Kieselsäure gebunden	14,09
Kalk an Kieselsäure gebunden	7,62
Magnesia an Kieselsäure gebunden	1,92
Kieselsäure	63,89
	87,52
Uebrige Kali-, Kalk- und Magnesiasalze u. s. w.	10,48

In dem Roggenstroh betragen demnach das Kali, die alkalischen Erden und die Kieselsäure 87,5 % von allen darin enthaltenen Salzen, und nach meiner Analyse beträgt allein die Kieselsäure 2,161 %. Kali, Kalk und Magnesia existiren im Boden nicht im freien Zustande. Es bleibt also nur die Wahl, dafs sie darin entweder als Carbonate oder als Silicate vorhanden sind; denn von der Schwefelsäure, Phosphorsäure und vom Chlor müssen wir abstrahiren, da diesen Säuren in der in Rede stehenden Analyse schon die nöthige Menge jener Basen zugetheilt wurde. Gelangen Basen als Carbonate in die Pflanzen: so werden sie ohne Zweifel durch die organischen Säuren zersetzt, und die frei werdende Kohlensäure wird, wie alle von ihnen aufgenommene Kohlensäure, durch Einwirkung des Sonnenlichtes reducirt. Gelangen die Basen als Silicate in die Pflanzen: so werden sie auch von den Pflanzensäuren, wenigstens theilweise zersetzt, und die ausgeschiedene Kieselsäure bleibt theils in den Pflanzensäften aufgelöst, theils geht sie in die Substanz der Pflanzen über. Nach dem Einäschern werden aber die Pflanzensäuren zersetzt und theilweise Kohlensäure aus ihnen gebildet, welche so wie die vorhandene Kieselsäure sich in die Basen theilt. Daher finden wir in der Pottasche neben Carbonaten Silicate. In der Roggenstrohasche führt aber Fresenius keine Carbonate an; in ihr bildeten sich daher beim Einäschern nur Silicate, und die grofse Menge der gefundenen Kieselsäure zeigt, dafs sie unzweifelhaft in Silicaten eingeführt wurde.

Forchhammer, Fritzsche, H. Rose u. A. (I. Aufl. Bd. I. S. 816 ff.) und von Brongniart und Malaguti[1]).

B. Erdige Silicate in Quellwassern.

Da Kalksilicate im Wasser aufgelöst durch Kohlensäure zersetzt werden (Kap. I. No. 1. b): so sollte man vermuthen, dafs Säuerlinge, welche mit Kohlensäure gesättigt sind, solche Silicate nicht enthalten und defshalb auch keine Zeolithe oder überhaupt keine Mineralien, welche diese Silicate enthalten, bilden könnten. Allein nach Kersten setzt sich beim Abdampfen des *Marienbader* Mineralwassers mit kieselsaurer Magnesia kieselsaurer Kalk ab. Fresenius fand gleichfalls in einem Absatze des Kesselbrunnens zu *Ems* kieselsauren Kalk (Bd. I. S. 541). Wo Gesteine, wie z. B. Labrador, durch Gewässer, welche von Strömen von Kohlensäure begleitet sind, zersetzt werden, wird, wie es uns scheint, der Kalk nur als Bicarbonat ausgeschieden. Daher können wir in Drusenräumen der Mandelsteine Zeolithe nur dann finden, wenn süfse Quellen Kalksilicate aus dem Gesteine aufzulösen Gelegenheit bekommen. Dafs auch in diesem Falle noch Kalkcarbonat gebildet wird, zeigt der so häufig in jenen Drusenräumen vorkommende Kalkspath.

Da Magnesiasilicat durch Kohlensäure nicht zersetzt wird (Kap. I. No. 1. c): so kann man die Möglichkeit seiner Existenz in Säuerlingen nicht in Abrede stellen. Da die Magnesia so gerne Doppelsalze bildet: so ist es nicht unwahrscheinlich, dafs in denselben Magnesiasilicat mit Magnesiacarbonat zu einem Doppelsalze verbunden sein mag. Das Vorkommen solcher Verbindungen im quarzigen Magnesit (Gioberit) (S. 337) könnte man zu Gunsten ihrer Existenz in Kohlensäuerlingen deuten. Die Sache hat indefs in geologischer Beziehung nur einen geringen Werth, da

Wenn demnach aus den Pflanzenaschen-Analysen nie mit völliger Sicherheit auf die Verbindungen der Basen mit den Säuren, wie sie in den Pflanzen selbst oder gar in dem Boden enthalten sind, geschlossen werden kann: so ist doch nicht zu zweifeln, dafs lösliche Silicate aus diesem in jene übergehen.

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XVII. S. 118 u. Bd. XXXI. S. 129.

die eigentlichen Kohlensäuerlinge, als Zersetzungsmittel der Silicate, in einem bei weitem geringeren Umfange auftreten als die süfsen Gewässer, welche blos die geringe Menge Kohlensäure enthalten, die sie aus der Atmosphäre mit sich führen und aus der Dammerde aufnehmen.

Kieselsaure Alkalien können in Kohlensäuerlingen existiren (Kap. I. No. 1. a). Da die Kohlensäure keine Verbindungen mit der Thonerde eingeht: so können unzweifelhaft Thonerdesilicate in einem mit Kohlensäure gesättigten Wasser bestehen. Die geringen Quantitäten Thonerde, welche in Quellwassern und in bedeutenderen Mengen in ihren Absätzen gefunden werden (Bd. I. S. 533), rühren ohne Zweifel von Thonerdesilicaten her. Auch gegen die Existenz von Eisenoxydulsilicaten ist nichts zu erinnern, und wir finden sie auch in Absätzen aus Quellen.

Die süfsen Quellwasser können alle Silicate aufgelöst enthalten. Bei Betrachtung der einzelnen dieser Silicate wird sich ergeben, dafs die der alkalischen Erden bei weitem nicht so unlöslich sind, wie man sie sich gewöhnlich vorstellt. Allerdings kann die Löslichkeit der künstlich dargestellten wasserhaltigen Kalk- und Magnesia-Silicate nicht maafsgebend sein für die natürlichen wasserfreien Silicate dieser Erden, in so fern dieselben ein Mineral zusammensetzen, welches noch seinen ursprünglichen Zustand bewahrt. Da aber die lange fortgesetzte Einwirkung der Gewässer auf alle unlöslichen Silicate darin besteht, dafs dieselben nach und nach Wasser aufnehmen und zu wasserhaltigen Silicaten werden: so gehen sie dadurch in den Zustand unserer künstlich dargestellten wasserhaltigen Silicate über. Wie in den wasserfreien, so finden wir auch in den wasserhaltigen Silicaten die Verbindungen der Kieselsäure mit den Basen in verschiedenen Sättigungsstufen. Die verschiedenen wasserhaltigen Silicate derselben Basis mögen daher eine sehr verschiedene Löslichkeit im Wasser besitzen, so dafs die für irgend ein künstliches wasserhaltiges Silicat gefundene Löslichkeit nur diesem zukommt. Dies kann aber nicht als ein Einwurf gegen unsere Schlüsse gelten; denn die Fundorte dieser Silicate deuten entschieden dar-

auf hin, dafs sie Absätze aus Gewässern sind; sie müssen daher zur Zeit ihrer Bildung mehr oder weniger löslich gewesen sein.

Ob übrigens irgend eine Substanz im Mineralreiche eine gröfsere oder geringere Löslichkeit besitzt, ist für geologische Betrachtungen ganz einerlei. Ist sie nur nicht absolut unauflöslich: so kann gegen die Möglichkeit ihrer Bildung auf nassem Wege nichts eingewendet werden; die schwerlöslichsten Substanzen fordern nur gröfsere Quantitäten Wassers zu ihrer Bildung als die weniger schwerlöslichen, und jene werden unter übrigens gleichen Umständen erst in längeren Zeiträumen in bedeutenden Massen sich absetzen als diese.

Die Affinitätsgesetze haben die Bildung von Silicaten auf nassem Wege durch mehrere chemische Processe kennen gelehrt. Die Silicate bilden sich in der Glühhitze und schon in der Siedhitze des Wassers aus Carbonaten und Kieselsäure. Kieselsaure Erden und Metalloxyde entstehen durch Zersetzung der im reinen oder im kohlensauren Wasser löslichen Salze dieser Basen mittelst kieselsaurer Alkalien.

Diese Affinitätsgesetze (Kap. I) weisen auch verschiedene Zersetzungen von Silicaten sowohl durch einfache als durch doppelte Wahlverwandtschaft nach. In jene Kategorie gehören die Zersetzungen der Silicate durch Kohlensäure, in diese die Zersetzungen kieselsaurer Salze durch verschiedene, im Mineralreiche vorkommender Substanzen. So werden zersetzt kieselsaurer Kalk durch kohlensaure Alkalien, durch Magnesiabicarbonat, durch alkalische Fluorüre, durch schwefelsaure Magnesia, durch Chlormagnesium und durch Eisenoxydhydrat, kieselsaure Thonerde durch schwefelsauren Kalk, durch Chlorcalcium, durch schwefelsaure Magnesia, durch Chlormagnesium, durch Eisenoxydhydrat und durch alkalische Fluorüre, kieselsaures Eisenoxyd durch organische Substanzen, kieselsaure Magnesia durch Eisenoxydhydrat und durch alkalische Fluorüre, die alkalischen Silicate durch Kalkbicarbonat, durch Eisenoxydhydrat, durch Eisenoxydulbicarbonat, durch Magnesiabicarbonat, durch Magnesiaaluminat und durch borsaure Kalkerde, kieselsaures Kali durch Chlor-

natrium und kieselsaures Natron durch kohlensaures Kali. (Vgl. Kap. I.)

Fortgesetzte Untersuchungen werden wohl noch mehrere solcher Processe kennen lehren, wodurch Silicate gebildet und zersetzt werden.

Die Versuche v. Kobell's[1]) über Fällung von Silicaten aus ihrer Auflösung in Salzsäure durch kohlensauren Kalk haben kein geologisches, sondern blos ein chemisches Interesse.

Wir betrachten nun die im Mineralreiche vorkommenden einfachen Silicate. So wahrscheinlich in demselben die Existenz von Baryt- und Strontiansilicaten ist: so ist sie doch nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. Diese künstlich dargestellten Silicate wurden schon früher (S. 212 u. 231) betrachtet.

C. Einfache Magnesia- und Kalk-Silicate.

Wir fassen hier zwei Classen von Silicaten zusammen, wovon die der Magnesiasilicate eine ungemeine Verbreitung hat, während die der Kalksilicate nur wenige Mineralien zählt.

Magnesiasilicate[2]). Dafs ein grofser Theil der einfachen Magnesiasilicate theils von zersetzten zusammengesetzten Silicaten, theils von verdrängten Mineralien herrührt, zeigen die vielen pseudomorphen Specksteine und Talke. Diesen Pseudomorphosen ist auch nicht eine einzige bekannte Pseudomorphose eines Kalksilicats, etwa des Wollastonit, in Formen eines zusammengesetzten Silicats oder irgend eines Minerals an die Seite zu stellen. Die Ursache hiervon ist einleuchtend. Unterliegen zusammengesetzte Kalksilicate einer Umwandlung oder Zersetzung: so ist es, mit wenigen Ausnahmen, stets das Kalksilicat, welches zuerst zersetzt, und meist als Car-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. LXIV. S. 297.

[2]) Scheerer (Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 321) fand, dafs das chemisch gebundene Wasser der Talke, Specksteine, Nephrite und verwandten Mineralien erst in der Rothgluth zu entweichen beginnt; aus dem Meerschaum entweicht dagegen das chemisch gebundene Wasser in einer geringeren Hitze (schon bei 100°).

bonat fortgeführt wird. Unterliegen dagegen zusammengesetzte Magnesiasilicate einer Umwandlung oder Zersetzung: so wird das Magnesiasilicat nie zuerst zersetzt; es sind überhaupt, wie wir (Bd. I. S. 37) gesehen haben, nur wenige Fälle bekannt, wo dieses Silicat eine Zersetzung erleidet. Im Gegentheil sehen wir, wie bei den Pseudomorphosen des Speckstein in Formen zusammengesetzter Silicate, welche Magnesiasilicat enthalten, alle anderen Silicate verschwunden sind, und nur dieses zurückgeblieben oder sogar durch neu gebildetes vermehrt worden ist. Der Gegensatz zwischen dem Verhalten der Kalksilicate und der Magnesiasilicate ist es daher, dafs erstere nie, letztere so häufig in Formen anderer Mineralien erscheinen. Magnesiasilicat, dargestellt durch Fällung einer mit Salmiak versetzten Lösung von schwefelsaurer Magnesia mittelst kieselsaurem Natron ist leichtlöslicher als die phosphorsaure Ammoniakmagnesia; denn basisch-phosphorsaures Ammoniak bringt in der Lösung der kieselsauren Magnesia noch eine merkliche Trübung hervor. Die Löslichkeit jener künstlichen kieselsauren Magnesia wurde bestimmt, nachdem dieselbe so lange ausgewaschen worden, als Chlorbaryum noch auf das Abwaschewasser reagirte. In drei Versuchen ergab sich, dafs 1 Th. kieselsaure Magnesia zur Lösung forderte 32376 Th. Wassers
46400 „ „
90600 „ „ [1])

Die grofse Verwandtschaft der Magnesia zur Kieselsäure, oder wenigstens die Neigung beider aus gemeinschaftlicher Auflösung in Verbindung nieder zu fallen, rührt ohne Zweifel davon her, dafs unter den Silicaten

[1]) Obgleich bei Bestimmung der Löslichkeit einer so schwerlöslichen Substanz, wie kieselsaure Magnesia, selten grofse Genauigkeit erreicht werden kann, weil selbst durch Abdampfen bedeutender Quantitäten der Lösung doch nur so geringe Mengen der aufgelösten Substanzen erhalten werden, dafs sehr empfindliche Wagen erforderlich sind, um genaue Gewichtsbestimmungen machen zu können: so möchte ich doch vermuthen, dafs vielleicht der verschiedene Grad der Austrocknung der kieselsauren Magnesia, oder auch das einmal mehr, das andere mal weniger fortgesetzte Schütteln jene bedeutenden Differenzen herbeigeführt habe.

der Alkalien und alkalischen Erden das Magnesiasilicat das schwerlöslichste ist. Auch der Umstand, dafs sich bei Untersuchung magnesiahaltiger Mineralien mit der Magnesia viel Kieselsäure auflöst, und sich nachher damit wieder niederschlägt, spricht für die Neigung beider Substanzen, sich mit einander zu verbinden.

Alle Magnesiasilicate enthalten geringe Mengen anderer Basen: ein ganz reines Magnesiasilicat gibt es nicht im Mineralreiche; das reinste enthält jedoch nur 0,9 % Thonerde mit Spuren von Eisenoxyd. Das Vorkommen dieser Mineralien in Drusenräumen so wie ihre pseudomorphe Bildung beweisen ihre Bildung auf nassem Wege.

Speckstein und Talk finden sich am häufigsten, Meerschaum seltener; alle drei sind wasserhaltig (Kap. XL).

Unter den übrigen wasserhaltigen Magnesiasilicaten (Villarsit, Pikrosphyll, Aphrodit) ist der Spadait bemerkenswerth, weil er mit einem Kalksilicat (krystallinischem Wollastonit) innig verwachsen vorkommt. Da Kalksilicat durch Magnesiasalze zersetzt werden kann (Kap. I. Nr. 63): so könnte der Spadait aus dem Wollastonit hervorgegangen sein. Mehrere von diesen Mineralien mögen Doppelverbindungen von kieselsaurer Magnesia und Magnesiahydrat sein.

Wie sehr verbreitet Magnesiasilicate in Gewässern sind, zeigen unter andern die Opale, in welchen fast immer Magnesia vorkommt. Diese Erde findet sich auch im Kieselsinter vom Geyser[1]).

Einen wirklichen Absatz eines Magnesiasilicats aus Gewässern zeigt die von Scheerer Neolith genannte Sinterbildung in einer Grube in der Gegend von *Arendal* in *Norwegen.* Er besteht aus:

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 352 u. 353.

	I.	II.
Kieselsäure	52,28	47,35
Magnesia	31,24	24,73
Thonerde	7,33	10,27
Eisenoxydul	3,79	7,92
Manganoxydul	0,89	2,64
Kalk	0,28	—
Wasser	4,04	6,28
	99,85	99,19

I. u. II. zwei Varietäten.

In Betreff seiner Bildung vergl. I. Auflage Bd. II. S. 308 ff.

Magnesit, Kieselsäure enthaltend. Selten, vielleicht nie ist es der Fall, dafs die Magnesia in einem Quellwasser nur so viel beträgt, dafs die stets in sehr geringer Menge vorhandene Kieselsäure zu ihrer Sättigung hinreicht. Wenn daher überhaupt Magnesia vorhanden ist, und sie fehlt selten: so besteht im Wasser gewifs in den meisten Fällen, neben einem Magnesiasilicat, ein Magnesiacarbonat. Dafs beide Magnesiasalze sich häufig aus gemeinschaftlicher Lösung ausgeschieden haben und noch ausscheiden, dafür sprechen, wie wir schon oben (S. 327) bemerkt haben, diejenigen Varietäten des Magnesit, welche mehr oder weniger Kieselsäure enthalten. Das Vorkommen aller Magnesite im Serpentin, Chlorit- und Talkschiefer, auf Gängen in talkartigen Gesteinen, auf Erzgängen und auf Klüften u. s. w., zeigt unzweifelhaft, dafs sie sich aus Gewässern abgesetzt haben.

Aus Döbereiner's Analyse eines mehligen Magnesit ergibt sich, wenn der Kohlensäure die zu ihrer Sättigung erforderliche Menge Magnesia und der Rest derselben der Kieselsäure zugetheilt wird, dafs dieser Magnesit die Zusammensetzung hat:

Kohlensaure Magnesia	42,64	Kohlensäure	22
		Magnesia	20,64
Kieselsaure Magnesia	52,36	Kieselsäure	19
		Magnesia	33,36
	95,00		95,00

Dieses Silicat ist eine Verbindung aus 1 At. Kieselsäure und 4 At. Magnesia, deren berechnete Zusammensetzung ist:

Kieselsäure (1 At.)	. .	18,79
Magnesia (4 At.)	. .	33,57
		52,36

Berechnet man die Resultate der Analyse eines zweiten von Döbereiner untersuchten quarzigen Magnesit: so findet sich zwar keine so nahe Uebereinstimmung; es ergibt sich aber doch dieselbe Zusammensetzung für das Magnesiasilicat. Zwischen dem Carbonate und Silicate in den beiden Magnesiten besteht aber kein einfaches Atomenverhältnifs. Es sind gleichzeitige Absätze aus Gewässern, welche Magnesiabicarbonat und Magnesiasilicat ebenfalls nicht in bestimmten Verhältnissen enthalten. Das so sehr veränderliche Verhältnifs der Kieselsäure in den von Berthier[1]) analysirten Magnesiten von *Castellamonte, Baudissero* bei *Turin*, und von *Campo* auf *Elba* (9 bis 43 %) und ebenso der schwankende Wassergehalt (1 bis 12), der ohne Zweifel dem Magnesiasilicat angehört, sprechen gleichfalls dafür. Dafs jene Magnesite aus *Piemont* unzweifelhaft Absätze aus Gewässern sind, zeigt das Vorkommen auf Gängen in einem kalkartigen Gesteine. Der von Stromeyer analysirte harte Magnesit von *Baumgarten* in *Schlesien*[2]) und von *Salem* in *Indien*[3]) enthält keine Spur von Kieselsäure, und daher auch die Kohlensäure in dem zur Sättigung der Magnesia erforderlichen Verhältnisse. In jenen finden sich neben dieser Base nur 0,2 Manganoxydul und in diesen 0,3 % Kalk.

Bemerkenswerth ist, dafs die vier von Stromeyer[4]) untersuchten, theils in vollkommenen Rhomboedern krystallisirten, theils rhomboedrisch-körnig zusammengehäuften Magnesitspathe aus dem *Salzburgischen Zillerthale*, von *Hall* und aus dem *Fassathale* in *Tyrol* und vom *St. Gotthard*, (S. 124 ff.) gleichfalls keine Spur von Kieselsäure enthielten, sondern, aufser einigen Procenten kohlensauren Eisenoxyduls und kohlensauren Manganoxyduls, nur aus kohlensaurer Magnesia bestanden. Es ist charakteristisch,

[1]) Ann. des Mines T. VII. p. 316. II. Sér. III.
[2]) Schweigger's Journ. Bd. XIV. S. 1.
[3]) Kastner's Archiv. Bd. IV. S. 432.
[4]) Schweigger's Journ. Bd. LI. S. 217.

dafs der kieselsäurehaltige Magnesit nicht krystallisirt vorkommt, und dies beweiset um so mehr, dafs derselbe keine chemische Verbindung, sondern ein blofses Gemeng aus Magnesiacarbonat und Magnesiasilicat ist. Eisen- und Manganoxydul können aber die Magnesia vertreten.

Kalksilicate. Während die zusammengesetzten Kalksilicate im Mineralreiche sehr verbreitet sind, kommen die einfachen nur sehr selten und in geringen Mengen vor.

Die künstlich dargestellte kieselsaure Kalkerde ist so löslich im Wasser, dafs oxalsaures Ammoniak in der Lösung eine ziemlich starke Trübung hervorbringt. Durch Kohlensäure wird aber die Lösung nicht getrübt, weil das Silicat in ein Bicarbonat übergeht, welches löslicher im Wasser ist als das Silicat, und weil auch die ausgeschiedene Kieselsäure die zu ihrer Lösung nöthige Menge Wassers findet. Setzt man zu der Lösung, durch welche Kohlensäure geleitet worden, Ammoniak und wandelt dadurch das Kalkbicarbonat in Kalkcarbonat um: so erfolgt keine Trübung: zum Beweise, dafs kieselsaurer Kalk nicht löslicher als das neutrale Kalkcarbonat ist.

Durch directe Bestimmung der Löslichkeit des kieselsauren Kalk wurden Resultate erhalten, die sehr von einander abweichen, welches wahrscheinlich, wie bei allen diesen schwerlöslichen Silicaten, von dem ungleichen Grade ihrer Austrocknung herrührt.

1 Th. kieselsaurer Kalk löste sich	in	5383	Th. Wassers
„ „ „ „ „	in	6882	„ „
„ „ „ „ „	in	19395	„ „

Vergleicht man diese Löslichkeit mit der des künstlich dargestellten kieselsauren Baryt (S. 209), des kieselsauren Strontian (S. 231) und der kieselsauren Magnesia (S. 331), so ergibt sich, dafs das Strontiansilicat das leichtlöslichste ist, und auf dasselbe das Kalk-, Baryt- und Magnesiasilicat folgen, welches letztere das schwerlöslichste unter den Silicaten der alkalischen Erden ist[1]).

[1]) Bolley (Jahresb. 1858 S. 146) fand, dafs die schwerlöslichen Silicate der alkalischen Erden in Lösungen von kieselsauren Alkalien ziemlich leicht löslich sind.

Je leichtlöslicher ein Mineral ist, desto vergänglicher ist es im Mineralreiche. Hieraus erklärt sich das so sehr seltene Vorkommen des Kalksilicat und das bis jetzt unbekannte des einfachen Baryt- und Strontiansilicat. Wenn überdies, wie es bei diesen drei Silicaten der Fall ist, solche Mineralien so leicht durch Kohlensäure zersetzt werden: so kann auch nicht einmal ein Fortführen durch Gewässer und ein Wiederabsetzen an Stellen, wo letztere stagniren, stattfinden; denn geschähe dies unter Luftzutritt: so würden sich die Silicate in Carbonate umwandeln. Eben defshalb begreifen wir aber auch, wie unter den Silicaten der alkalischen Erden das schwerlöslichste und das schwer zersetzbarste, das Magnesiasilicat, ein so sehr verbreitetes und den äufsern Einflüssen trotzendes Vorkommen haben kann.

Kalksilicat kommt am häufigsten im Wollastonit vor, der sich meist im körnigen Kalk, aufserdem im Dolerit, in Doleritlava, in Mandelsteinen und im Gneifs findet.

Es scheint, dafs sein Sauerstoffquotient, wenn er unzersetzt ist, = 0,5 ist, und dafs er dann auch wasserfrei ist. Aufser der Kalkerde, welche seine wesentliche Base ist, enthält er auch meist geringe Mengen anderer Basen (Thonerde, Eisen- und Manganoxydul, Magnesia).

Fällt der Sauerstoffquotient unter 0,5: so ist dies ein Zeichen, dafs das Mineral schon einen Theil seiner wesentlichen Base verloren hat. Ist es wasserhaltig und braust es mit Säure: so zeigt es, dafs eine theilweise Zersetzung schon eingetreten ist. Enthält Kalkstein kieselsauren Kalk, und dies ist wohl stets der Fall: so ist leicht zu begreifen, wie Gewässer dieses Silicat aus solchem Kalksteine auflösen und in Drusenräumen absetzen können. Die geringe Menge Kohlensäure, welche Tagewasser mit sich führen und welche den kieselsauren Kalk zersetzen könnte, scheidet sich von selbst ab, indem sie durch kohlensauren Kalk dringen, und so kann in ihnen, neben Kalkbicarbonat, sehr wohl Kalksilicat aufgelöst sein. Nur das ist auffallend, dafs der Wollastonit blos im körnigen Kalk und nicht auch in sedimentären Kalksteinen, wo die Bedingungen zu seiner Bildung auf nassem Wege gleichfalls gegeben sind, vorkommt. Die Kreide wird übri-

gens oft in allen Richtungen von Adern kieselsauren Kalks durchzogen.

Das so äufserst sparsame Vorkommen der einfachen Kalksilicate, in Vergleich mit den so sehr und in so grofsen Massen verbreiteten Magnesiasilicaten, führt zu ganz verschiedenen Bedingungen, unter welchen beide Klassen von Silicaten gebildet werden. Diese Bedingungen sind vorzugsweise darin zu suchen, dafs Magnesiasilicate durch Kohlensäure nur dann zersetzt werden, wenn sie in Wasser aufgelöst, nicht aber, wenn sie im festen Zustande sich befinden, während die Kalksilicate im aufgelösten wie im festen Zustande der Zersetzung durch diese Säure fähig sind. (Kap. I. No. I.)

Dringen Gewässer mit ihrem geringen Gehalte an atmosphärischer Kohlensäure in Gesteine, welche Kalk- und Magnesiasilicate enthalten: so bemächtigt sich die Kohlensäure der Kalkerde und bildet damit ein Carbonat, welches theils von den Gewässern fortgeführt wird, theils zurückbleibt. Die Magnesia kann sich jedoch unter diesen Umständen nicht, oder doch nur schwierig, in ein Carbonat umwandeln, sondern sie bleibt entweder als Silicat zurück, oder wird als solches aufgelöst und fortgeführt. Es ist wenigstens zu erwarten, dafs so lange als noch Kalk vorhanden, die Kohlensäure in den Gewässern diesen vor jener ergreifen wird.

Unter diesen Umständen entstehen gleichzeitig Kalkcarbonat und einfache Magnesiasilicate. Unter anderen Umständen wird aber Kalksilicat von den Gewässern fortgeführt und als solches abgesetzt. Das so seltene Vorkommen dieser Verbindung als einfaches Silicat, dagegen das so häufige des kohlensauren Kalk in Gesteinen, welche jenen Zersetzungsprocessen unterworfen sind, und in Quellen, die aus denselben kommen, zeigen, dafs die Bildung des Kalkcarbonat stets der überwiegende Procefs ist. Finden wir gleichwohl in solchen Quellen neben kohlensaurem Kalke auch kohlensaure Magnesia: so möchte man vermuthen, dafs diese Erde erst dann zum Carbonate wird, wenn der Kalk gröfstentheils schon fortgeführt ist, oder dafs gleichzeitig kieselsaure Magnesia aufgelöst und durch die anwesende Kohlensäure zersetzt wird. In letz-

terem Falle kann sich indefs wegen der Schwerlöslichkeit der kieselsauren Magnesia nur eine geringe Menge kohlensaurer Magnesia bilden und auflösen.

Theils führen die Chemiker, welche den Wollastonit untersucht haben, an, dafs er mit Säuren braust, theils nicht: erstere haben bis zu 3 % kohlensauren Kalk in ihm gefunden (I. Aufl. Bd. I. S. 421). Ich fand, dafs der Wollastonit von *Orawitza* stark, der von *Auerbach* schwächer brauste.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dafs die Wollastonite theils mit kohlensaurem Kalk verwachsen sind, theils denselben als ein Zersetzungsproduct enthalten, theils frei davon sind und sich daher in noch unzersetztem Zustande befinden. Diejenigen Wollastonite, deren Sauerstoffquotient mehr oder weniger unter 0,5 sinkt, haben ohne Zweifel schon eine theilweise Umwandlung in kohlensauren Kalk erlitten. Aus manchen Wollastoniten, welche nicht mit Säuren brausen, deren Wassergehalt aber auf eine schon begonnene Zersetzung schliefsen läfst, mag der kohlensaure Kalk durch Gewässer fortgeführt worden sein.

Da die Wollastonite so leicht von Säuren zersetzt werden: so ist es unzweifelhaft, dafs diejenigen, welche mit Gewässern in Berührung kommen, die auch nur Spuren von Kohlensäure enthalten, eine allmälige Zersetzung erleiden. Sind aber die Wollastonite im körnigen Kalk eingeschlossen: so verlieren die Gewässer, ehe sie zu denselben gelangen, ihre freie Kohlensäure durch Auflösung von kohlensaurem Kalk, und können daher nicht mehr zersetzend wirken, wenn nicht die halbgebundene Kohlensäure des Kalkbicarbonat den kieselsauren Kalk angreift. Enthalten die Gewässer kohlensaure Alkalien, so können auch diese die Wollastonite zersetzen (Kap. I. No. 5); an die Stelle des zerlegten Kalksilicat tritt dann ein alkalisches Silicat. Letzteres weisen freilich die Analysen nicht nach; man hat aber auch noch nicht Veranlassung genommen, auf Alkalien zu prüfen. Die Verluste, welche manche Analysen ergeben haben, lassen wohl schliefsen, dafs geringe Mengen Alkalien entgangen sein mögen.

Zu den gröfstentheils aus Kalksilicat bestehenden

Mineralien gehören ferner der Okenit (S. Q. = 0,4) und der Danburit, welcher indefs seiner 24 % Borsäure wegen nicht zu den einfachen Kalksilicaten gezählt werden kann[1]). Beide sind wasserhaltig: der Okenit enthält 17 %, der Danburit 8 bis 10 % Wasser. Auch der künstlich dargestellte kieselsaure Kalk enthält, nach meinen Versuchen, 14 % Wasser.

D. Einfache wasserhaltige Thonerdesilicate.

Die Thonerdesilicate sind noch schwerlöslicher im Wasser als die Magnesiasilicate. Das Thonerdesilicat, welches man erhält, wenn eine heifse Auflösung von Alaun durch kieselsaures Alkali niedergeschlagen wird, löste sich

in einem Versuche 1 Th. in 334600 Th. reinen Wassers
in einem zweiten 1 Th. in 179050 „ „ „

auf. Dafs auch in der Natur Thonerdesilicat im Wasser aufgelöst vorkommt, ersehen wir aus den unten angeführten Fundorten mancher Thonerdesilicate in Spalten und Drusenräumen, so wie aus der Gegenwart der Thonerde in Quellen.

Die einfachen wasserhaltigen Thonerdesilicate sind ohne Zweifel alle aus der Zersetzung zusammengesetzter Thonerdesilicate hervorgegangen. Bei vielen finden wir noch mehr oder weniger von anderen Basen. Nur beim Kaolin und Cimolit können wir zuweilen aus ihren Krystallformen auf die ursprünglichen Mineralien schliefsen, aus denen sie abstammen; denn ersterer kommt in Formen von Feldspath, Porcellanspath und Leucit, letzterer in Formen von Augit vor.

Wir beschränken uns auf diejenigen Thonerdesilicate, welche sich in Spalten, Klüften und Drusenräumen finden und defshalb nur Absätze aus Gewässern sein können.

Kaolin finden wir, aufser auf Lagern, auch in Adern im Granit, in Nestern in diesem Gesteine und in gröfsern Nestern im Porphyr. Ob es in diesen Fundorten durch Verwitterung von Feldspath entstanden, oder durch Gewässer hineingeführt worden ist, bleibt unbestimmt. Es

[1]) J. L. Smith und Brush im Jahresb. 1853. S. 835.

könnte sein, dafs diese aus dem Feldspath kieselsaures Kali fortgeführt und kieselsaure Thonerde zurückgelassen haben. Vergl. Kap. XXVII.

Die in Cimolit umgewandelten Augitkrystalle aus der Gegend von *Bilin* sind längst bekannt[1]). Sie bestehen aus wasserhaltiger kieselsaurer Thonerde, und stimmen in ihrer Zusammensetzung mit dem Cimolit überein. Der beträchtliche Gehalt des Augit an Kalkerde und Magnesia ist daher fast vollständig ausgelaugt, aber auch eine ansehnliche Menge von Kieselsäure und Eisen entfernt worden. Dafs ein bedeutender Verlust ohne hinreichenden Ersatz bei dieser Veränderung des Augit stattgefunden habe, weiset Blum durch Vergleichung des specifischen Gewichts des frischen und des umgewandelten Augit und aus dem lockern Zusammenhange und den hohlen Räumen im Innern der Krystalle nach. Da dieser Augit im Basalt vorkommt: so ist er unzweifelhaft ein thonerdehaltiger. Ein solcher würde 28 % seines Gewichts oder 67 % seines Volumens Cimolit liefern. Vergl. Kap. XXXIV, Cimolit nach Augit.

Die Beschreibung der geognostischen Verhältnisse von Reufs[2]) lassen wenig Ungewifsheit in Beziehung auf das Agens, welches die Umwandlung bewirkt hat, übrig.

Es ist nicht einen Augenblick zweifelhaft, dafs es niedergehende Gewässer waren, deren Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt die Zersetzungen bewirkt hat; denn an aufsteigende kohlensaure Wasser, welche in geschlossenen Kanälen geflossen wären, ist bei der bedeutenden Mächtigkeit des Ganges nicht zu denken. Zwischen dem Basalte und Gneifse drangen Gewässer zuerst ein, verbreiteten sich in beide Gesteine und zersetzten sie, so weit sie drangen. Die Entstehung von wasserhaltigen Zersezzungsproducten, wie Eisenoxydhydrat, Thon, Cimolit u. s. w. schliefst jede andere Mitwirkung als die des Wassers aus. Es ist keine Frage, dafs die Zersetzung noch fortdauert und dafs, nach einem längeren Zeitraume, auch der in der Mitte des Ganges noch übrige Basalt in dieselben

[1]) Blum die Pseudomorphosen. S. 61.

[2]) Die Umgebungen von *Teplitz* und *Bilin* u. s. w. 1840. S. 221.

Massen umgewandelt werden wird, wie wir sie zwischen ihm und dem Nebengesteine finden. Ueber kurz oder lang wird daher die basaltische Gangmasse die Beschaffenheit annehmen, wie wir sie so häufig in Basaltgängen wahrnehmen; aller Basalt wird sich in eine thonige Masse umwandeln, aus welcher aller Kalk verschwunden ist, so dafs, wie ich häufig gefunden habe, Säuren kein Brausen mehr erregen [1]).

Die grünliche Färbung des Gesteins und der Augitkrystalle läfst auf ein der Grünerde ähnliches Eisenoxydulsilicat, der Anauxit auf ein Magnesiasilicat schliefsen, welche sich, wie Rammelsberg's Analyse zeigt, bilden mufsten. Der Ueberschufs der Kieselsäure von dem zersetzten Augit findet sich in einer dichten Krystallmasse, welche im Gange enthalten ist. So viel als die Gewässer von den Zersetzungsproducten auflösen konnten, führten sie fort. So mag der Kalk mit dem Kohlensäuregehalte der Gewässer als Carbonat, die Magnesia als Silicat fortgeführt worden sein.

So wie zu *Bilin* Tagewasser mit ihrem geringen Kohlensäuregehalt die Umwandlung des Augit in Cimolit bewirkt haben: so war es auf der Insel *Milo* die durch Oxydation des Schwefelwasserstoff entstandene Schwefelsäure, welche hier Feldspathgesteine zersetzt hat (Kap. I. No. 2). Die gröfsere Menge der Kieselsäure im Feldspathe finden wir hier, weil eine kräftigere Säure, als Kohlensäure, das Zersetzungsmittel war, gröfstentheils im gelatinirenden Zustande, geringeren Theils als Quarz.

[1]) Die Vermuthung liegt nahe, dafs die Basaltconglomerate, welche in den Basaltkegeln so häufig das Liegende des Basalt bilden, oder ihn mantelförmig umgeben, auf gleiche Weise entstanden sein können. Die Bedingungen zu ihrer Bildung, die Gewässer, sind hier, wie in dem angeführten Basaltgange gegeben. Wenn Theile eines Gesteins mehr, andere weniger der Zersetzung unterworfen sind, müssen sich stets Conglomerate bilden. Wir sehen dies in Basaltmassen häufig: da, wo sie gegen Tage dem Zutritte der Gewässer ausgesetzt sind, bilden sie einzelne rundliche Knollen, zwischen welchen ganz zu Thon verwitterte Massen sich befinden, während an anderen, den Gewässern weniger ausgesetzten Stellen noch unversehrte Basaltsäulen vorkommen.

Sind Augite für eine lange Zeit der Wirkung von Schwefelsäure ausgesetzt: so ist es begreiflich, wie nach und nach auch die Thonerde extrahirt und als schwefelsaures Salz fortgeführt werden kann. Dies ist unstreitig der Fall bei den verwitterten Augitkrystallen in einem ganz porösen, gelblichweifsen Gesteine vom *Vesuv*. Nach Rammelsberg's [1]) Analyse wurden aus diesen Krystallen alle Basen der ursprünglichen Mischung, selbst die Thonerde, bis auf geringe Ueberreste extrahirt, so dafs die Kieselsäure relativ bis auf 85 % stieg. Die von demselben aufgeworfene Frage, ob nicht in der Nähe des Vulkans stärkere Säuren als die Kohlensäure der Luft, ihren Angriff auf den Augit ausübten, und auch die schwache Basis, die Thonerde, fortführten, läfst sich nur bejahend beantworten.

Alles was vom Cimolit gilt, hat auch Bezug auf den Halloysit [2]), dessen Vorkommen in knolligen und nierenförmigen Massen, unter andern im Diluvialthon bei *Ecogne*, im Departement der *Ardennen* und in tertiären Formationen der *Champagne* eine ähnliche Entstehung zeigt. An den Halloysit schliefst sich der Pholerit an, der als Ausfüllung von Spalten in Eisenerzmassen und in Schichten von Sandstein und Kohlenschiefer (*Fins* im *Allierdepartement*, Gegend von *Mons* u. s. w.) vorkommt. Beide Mineralien sind durch Zersetzung eines, wahrscheinlich feldspathigen Gesteins, oder aus Ueberresten desselben entstanden; die Zersetzung ist aber weniger weit, als beim Cimolit, fortgeschritten, weil jene mehr Thonerde enthalten, als dieser. Auch auf der Insel *Milo* fand Sauvage in tertiärem Gebiete Halloysit, aus der Zersetzung eines Feldspathgesteins durch Schwefelsäure hervorgegangen. In diesem Mineral war mehr Quarz und weniger gelatinirende Kieselsäure, als im Cimolit vorhanden. Hierher gehören auch der Lenzinit, Tuesit, Wörthit, Kollyrit und Scarbroit. Sie sind wasserhaltige Thonerdesilicate, welche von concentrirter Schwefelsäure vollkommen, von anderen Säuren dagegen

[1]) Rammelsberg's Handwörterbuch. S. 68.

[2]) Salvétat und Damour (Jahresb. 1851 S. 787) zeigten, dafs dieses Mineral von verschiedenen Fundorten stets nichts anderes, als ein amorphes, wasserhaltiges Thonerdesilicat ist.

oft nur unvollständig zersetzt werden [1]). Der Kollyrit, welcher auf Gängen im Sandsteine (*Weifsenfels* in *Sachsen*), auf Trümmern von Blasenräumen in Wacke (*Laubach* in der *Wetterau*,), als Ueberzug auf eisenschüssigem Quarzgesteine (Berg *Ezquerra* in den *Pyrenäen*) vorkommt, enthält unter allen Thonerdesilicaten die gröfste Menge Thonerde. Auch der Agalmatolith besteht wesentlich aus kieselsaurer Thonerde [2]).

Wenn in den vorstehenden wasserhaltigen Thonerdesilicaten aufser der Thonerde keine anderen Basen, oder doch nur geringe Mengen davon sich finden: so treten dagegen in den übrigen Silicaten andere Basen in gröfserer Menge auf. So finden sich im Bol, Fettbol, Rhodalit, im

[1]) A. a. O. S. 211. Erstes Suppl. S. 144 und zweites Supplement. S. 150.

[2]) Die Analysen des Agalmatolith von Klaproth, Vauquelin, Thomson und Lychnell haben sehr abweichende Resultate gegeben. Letzterer hält ihn für neutrale kieselsaure Thonerde. Mit Thomson's Analyse stimmt eine neuere von Karafiat des Agalmatolith von *Schemnitz* sehr nahe. Hier kommt noch ein anderes Thonerdesilicat vor (sogenannter Dillnit), welches nach den Analysen von Karafiat und Hutzelmann viel mehr Thonerde als der Agalmatolith enthält. Es findet sich zwischen Diorit und Kalkstein und schliefst Diaspor, Eisenkies und Flufsspath ein. Es zeigen sich an verschiedenen Stücken Veränderungen, welche auf eine nach und nach erfolgende Concentration des Thonerdehydrat schliefsen lassen, um als Diaspor heraus zu krystallisiren. Wo das Mineral am meisten pulverförmig erscheint, da finden sich die gröfsten durchsichtigen und am vollkommensten ausgebildeten Diasporkrystalle. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1849 S. 864.

Diese Veränderungen sind sehr interessant, weil sie zeigen, wie sich aus Thonerdesilicaten die Kieselsäure allmälig gänzlich ausscheiden kann, so dafs die Thonerde als Hydrat zurückbleibt. Dies wirft auch Licht auf den so sehr verschiedenen Thonerdegehalt der Thonerdesilicate, indem es wahrscheinlich macht, wie durch diese Ausscheidung der Kieselsäure aus thonerdeärmeren Silicaten nach und nach thonerdereichere entstehen können. Der thonerdereiche Dillnit, welcher neben dem thonerdearmen Agalmatolith zu *Schemnitz* vorkommt, könnte demnach wohl aus diesem hervorgegangen sein. Solche Umwandlungen und namentlich der letzte Uebergang in Diaspor können so gedacht werden, dafs ein in den Gewässern aufgelöstes Kalisilicat noch mehr Kieselsäure aus den Thonerdesilicaten aufnimmt und eine höhere Verbindungsstufe bildet.

Eisensteinmark, in der Bergseife, im Plinthit beträchtliche Quantitäten Eisenoxyd. Die drei ersteren, welche in Klüften, auf Gängen und in Mandelsteinen vorkommen, können nur Absätze aus Gewässern sein; die letzteren, welche lagerförmig sich finden, scheinen an Ort und Stelle umgewandelte Gesteine zu sein. Im Allophan und im Schrötterit finden wir etwas Kupferoxyd, welches die Gewässer theils aus Kupfererzlagerstätten, theils aus dem Nebengesteine aufgenommen haben, im Miloschin erscheint sogar Chromoxyd. Im Pfeifenstein, Rosellan, Polyargit, Bildstein [1]), Gilbertit und Huronit treten theils Kali, theils Natron, theils Kalk und Magnesia auf.

Der Allophan, von dem es schon längst bekannt ist, dafs seine Bildung noch jetzt fortdauert, wurde im sogenannten blauen Stollen im *Querberg* in *Schlesien* vor kurzem gefunden [2]), und dieses Vorkommen zeigt entschieden seine Bildung in der neuesten Zeit. Nachdem dieser Stollen viele Jahre lang verlassen war, und im Jahre 1848 wieder eröffnet wurde, fand man darin Wände und Decke mit himmelblauem Allophan in Stalactiten und in verschiedenen anderen Formen bekleidet. Auf der Sohle, sowohl auf dem Grunde des Stollenwassers als zu beiden Seiten neben demselben hatte er sich als feinster etwas leichterer blauer Schlamm abgesetzt. Der feste wie der weiche feinerdige Allophan war mit Wasser durchdrungen, welches sich aus dem letzteren sogar durch Druck auspressen liefs. Als die bergmännischen Arbeiten wieder begonnen und die Grubenwasser sich vermindert hatten, verschwand er und nur geringe Spuren blieben davon in Vertiefungen zurück. Dagegen setzt das jetzt aus den Stollen abfliefsende Wasser auf Glimmerschiefer- und Quarzbrocken noch fortwährend etwas Allophan als einen sehr dünnen blafsblauen Ueberzug ab.

Das Gestein des Stollens ist gröfstentheils ein unreiner, auf seinen Ablösungsflächen oft mit sehr zarten Glimmer-

[1]) Der von *Schemnitz* ist nach Haidinger (Poggendorff's Ann. Bd. LXXVIII. S. 575) Dillnit im Gemenge mit einem Thonerdehydrat.

[2]) E. F. Glocker in Poggendorff's Ann. Bd. LXXXVIII. S. 597.

oder Talkblättchen überzogener Quarzschiefer, ein quarziger, oft sehr eisenreicher Glimmerschiefer, der sich da, wo die Glimmerblättchen grau und unkenntlich werden, dem Thonschiefer nähert und an anderen Stellen ein mit vielen Quarztheilchen durchdrungener Talkschiefer. Glocker hält die Erklärung des Ursprungs des Allophan für sehr schwierig, weil der Glimmer schwierig zersetzbar sei. Diese Schwierigkeit schwindet aber, wenn man beachtet, dafs Thonerdesilicate sehr häufig das Bindemittel der Sandsteine überhaupt, und gewifs auch des Quarzschiefer sind, dafs diese Silicate in der Grundmasse des Glimmerschiefer, besonders da, wo sich derselbe dem Thonschiefer nähert, noch weniger fehlen. Da der Glimmer-, Quarz- und Talkschiefer, auf welchen der Allophan meist vorkommt, sehr häufig durch Eisenoxydhydrat gefärbt sind, und da auch hier und da Eisenocher sich auf diesen Schiefern parthieenweise und auch in Höhlungen im Quarz findet: so sieht man, dafs es Thonerdeeisenoxydulsilicate sind, welche das Material zur Bildung des Allophan liefern. Es ist dann ganz klar, dafs sich das von den Gewässern zersetzte Eisenoxydulsilicat, welches als Eisenoxydulbicarbonat aufgelöst wird, bei Berührung mit der Luft als Eisenoxydhydrat ausscheidet, und dafs das vom Eisen befreite Thonerdesilicat die Bildung des Allophan veranlafst. Die blaue Farbe desselben rührt ohne Zweifel von zersetztem Kupferkies [1]) her, welcher dem Bleiglanze im dortigen Stollen oft beigemengt ist.

Durch vorstehende Beobachtungen verschwindet das Bedenken, sich das so schwerlösliche Thonerdesicat als einen beträchtlichen Bestandtheil der Gewässer zu denken, vollständig; denn wenn während der allerdings langen Periode, in welcher der Bergbau im blauen Stollen ausgesetzt war, solche bedeutende Massen von Thonerdesilicat aufgelöst und fortgeführt werden konnten: so gibt dies einen Maafsstab, was in ungemessenen geologischen Perioden geschehen kann.

[1]) Schnabel fand in einem weifslichen bis grünen Allophan aus dem Kieselschiefer von *Goldhausen* 13,71 % und Silliman d. J. im Allophan, der den *Gibbsid* zu *Richmond* überzieht, 18,97 % Kupferoxyd. Jahresb. 1849 S. 756.

Dafs sich auf nassem Wege auch wasserfreie Thonerdesilicate bilden können, zeigen der Sillimanit, das Steinmark, das Talksteinmark; das Vorkommen des Sillimanit auf Quarzgängen im Gneifse (*Saybrook* in *Connecticut*) und das des Steinmark in schmalen Gängen, in Erzgängen, in Kluftflächen oder Blasenräumen verschiedener, theils krystallinischer, theils sedimentärer Gesteine läfst schliefsen, dafs sich diese Mineralien aus wässrigen Auflösungen abgesetzt haben. Da Steinmark auch in Formen von Feldspath und Topas vorkommt: so sieht man, wie es auch an Ort und Stelle aus diesen Mineralien entstehen kann. Dagegen zeigen wiederum die Verdrängungspseudomorphosen des Steinmark in Formen von Flufsspath seinen Absatz aus Gewässern, während letzterer von denselben fortgeführt wurde.

E. Einfache Eisenoxydul- und Eisenoxydsilicate.

Eisenoxydsilicat, aus einer Lösung von Eisenchlorid durch kieselsaures Natron gefällt und sorgfältigst ausgewaschen, ist licht ocherfarben. Es forderte 105000 Th. kaltes und 31401 kochendes Wasser zu seiner Lösung. Es wird äufserst schwierig durch kochende Salzsäure zersetzt; selbst nach lange anhaltendem Kochen wird nicht so viel Eisenoxyd aufgelöst, dafs Kaliumeisencyanür es anzeigt. Dies stimmt mit den Kap. I. No. 48, 49 und 50 angeführten Erscheinungen vollkommen überein.

Eisenoxydulsilicate kommen auch in Gewässern gelöst vor.

Die Eisenoxydul- und Eisenoxydsilicate sind wohl gröfstentheils Zersestzungsproducte zusammengesetzter Silicate.

Die ersteren gehen durch höhere Oxydation des Oxydul oft sehr schnell[1]) in letztere über, mögen sie als ein-

[1]) So zeigen manche Dachschiefer die Gegenwart von Eisenoxydul, wie man dies namentlich aus der allmäligen ochergelben Färbung derselben sieht, wenn sie als Dachbedeckung der Wirkung der Luft ausgesetzt sind. Bei manchen erstreckt sich diese Färbung auf die ganze Oberfläche; andere überziehen sich blos mit einzelnen

fache Eisenoxydulsilicate oder mit anderen Silicaten verbunden vorkommen. Die Abstammung der einfachen Silicate aus zusammengesetzten findet im Folgenden ihre Bestätigung.

Der Hisingerit, welcher Eisenoxyduloxyd enthält, findet sich in Begleitung von Kalkspath, manchmal auch durchwachsen von Eisenkies und tropfsteinartig mit diesem, mit Magnetkies, Kupferkies und Bleiglanz; der Pinguit in Drusenräumen auf Barytspathgängen in Gneifs, auf Rotheisensteingängen und in Klüften von Basalt. In letzterem Fundorte haben ohne Zweifel die Eisenoxydulsilicate des Basalt das Material geliefert. Der Chamoisit von *Chamoison* in *Valais* gehört in dieselbe Kategorie. Der Fayalit im Pegmatit und in vulkanischem Gestein (?) (*Fayal*, *Pico* und *Ponta de Loma* auf den *Azoren*) scheint in letzteren Fundorten von zersetztem Olivin herzurühren. Ein geringer Gehalt von Bleioxyd und Kupferoxyd deutet darauf hin, da letzteres im Olivin gefunden wird.

Mehrere dieser Eisenoxydulsilicate finden sich krystallisirt. So der Sideroschisolith in Klüften und Drusenräumen von Leberkies mit Eisenspath. Der Chlorophäit in Drusenräumen von Basalt mit Kalkspath, in Drusenräumen von Diorit, von Mandelsteinen, von Porphyr. An der Luft soll er sich in Hisingerit umwandeln, welches darauf deutet, dafs sich das Eisenoxydul in diesem, erst nach seiner Bildung, in Oxyd umgewandelt habe. Der Stilpnomelan, welcher im Thonschiefergebirge vorkommt,

ochergelben Flecken. Eben defshalb werden solche Schiefer im Handel weniger geschätzt, wie diejenigen, welche ihre dunkelblaue Färbung bis in die spätesten Zeiten bewahren, und mithin wohl ganz frei von Eisenoxydul sind.

Vor einigen Jahren brachte mir der Besitzer eines Dachschieferbruches Schieferplatten, welche, wie er versicherte, beim Brechen ganz schwarzblau erscheinen, aber kaum, nachdem sie an die Luft kommen, sich mit einem ocherigen Ueberzug bedecken. Er wünschte ein einfaches Mittel um diese Unart zu beseitigen. Ich nahm mit verdünnter Salzsäure den ocherigen Ueberzug weg, wobei die ursprüngliche dunkle Farbe wieder zum Vorschein kam. Allein schon in den nächsten Tagen hatte sich wieder ein neuer ocheriger Ueberzug gebildet, und so oft als ich ihn mit verdünnter Salzsäure wegnahm, kam er kurz darauf wieder zum Vorschein.

und der Lievrit, in einem Lager im Glimmerschiefer mit Hornblende, Strahlstein, Quarz (*Elba*) und in Drusen im Quarz, auch an der Grenze der Diabasgesteine gegen die geschichteten Bildungen der Uebergangsformation bei *Herbornseelbach* in *Nassau*. Blum [1]) beschreibt eine Pseudomorphose von Eisenglanz und Brauneisenstein nach Lievrit.

Alle diese Eisenoxydulsilicate stammen unstreitig vom Nebengesteine ab, aus dem sie durch Gewässer extrahirt wurden. Ob die wasserhaltigen Eisensilicate, welche das Eisen ganz (Anthosiderit, Nontronit) oder theilweise (Hisingerit, Sideroschisolith, Pinguit) als Oxyd enthalten, als solche gebildet worden oder ob sich das Eisenoxydul erst später in Oxyd umgewandelt hat, ist nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. Die beim Chlorophäit gemachte Bemerkung scheint für das letztere zu sprechen.

Zu den Eisenoxydulsilicaten, verbunden mit den Silicaten der Thonerde, der Magnesia und der Alkalien gehört auch die Grünerde und der Glaukonit. Wir beschränken hier den Namen „Grünerde" auf ihr massenweises Vorkommen und als Umwandlungspseudomorphose nach Augit (Kap. XXXIV). Diese Grünerde verhält sich unter dem Mikroskop als eine durchaus unorganische Bildung. Mit dem Namen „Glaukonit" werden dagegen die runden grünerdeartigen Körner bezeichnet, welche besonders im Grünsandstein und in manchen Grobkalken, so wie in älteren und neueren sedimentären Gesteinen bis zu den tiefsten silurischen Schichten vorkommen, und daher von besonderer geologischer Bedeutung sind. Sie scheinen nichts anders als versteinerte Polythalamien (Bd. I. S. 600) zu sein.

Ein so ganz verschiedener Ursprung sollte eine eben so verschiedene Zusammensetzung bedingen. Zur Vergleichung stellen wir einige der neueren Analysen beider Substanzen zusammen.

[1]) Pseudomorphosen. Nachtr. III. S. 186 ff.

	I.	II.	III.		IV.	V.
Kieselsäure . .	51,25	53,46	27,81		57,8	51,68
Eisenoxydul .	20,72	21,78	25,63		7,5	21,97
Thonerde . . .	7,25	5,00	14,31		6,5	6,17
Magnesia . . .	5,98	6,21	14,31		19,5	4,26
Manganoxydul .	—	—	2,18		—	—
Kali	6,21	8,79	—	und Verlust	4,0	Kali 5,94
Natron	1,29	—	—		—	—
Wasser	6,67	4,76	12,55		4,7	9,98
	100,00	100,00	96,79		100,0	100,00

I. Grünerde von *Verona*, aus dem Mandelstein von *Bentonico* am *Monte Baldo*, nach Delesse[1]).

II. Glaukonit aus dem Grünsandstein bei *Buke* in *Westphalen*, nach von der Marck[2]). Er wurde durch anhaltendes Digeriren mit Salzsäure zerlegt.

III. Grünerde aus dem Magneteisenlager des *Grengesberg* in *Dalarne*, nach Hisinger[3]). Der bedeutende Verlust deutet wohl auf Alkalien, welche der Analyse entgangen sind.

IV. Grüne Körner aus der Kreide von *Schirmeck* im Departement der *Vogesen* nach Berthier[4]).

V. Desgleichen aus der Kreide in *Deutschland* (woher?) nach Abzug des Quarz, nach demselben.

Die Grünerde I, unstreitig ein Zersetzungsproduct augitischen Gesteins, stimmt mit den Glaukoniten II u. V ziemlich nahe überein. Dagegen weicht der Glaukonit IV seines bedeutenden Magnesiagehaltes wegen davon sehr ab. Die Grünerde III zeigt eine von I wesentlich verschiedene Zusammensetzung, und ganz davon abweichend ist die Grünerde nach Augit durch ihren Gehalt an kohlensaurem Kalk (Kap. XXXIV). In der Zusammensetzung der Grünerden und Glaukonite zeigen sich daher bedeutende Schwankungen; aber sehr bemerkenswerth ist die nahe Uebereinstimmung zwischen manchen Grünerden und

1) Ann. des Mines Sér. IV. T. XIV. p. 74.

2) Verhandlungen des naturhist. Vereins der preufs. Rheinlande u. s. w. Jahrg. XII. S. 266.

3) Suckow die Erz- und Gesteinlager im schwed. Urgebirge 1831. S. 50.

4) Ann. des Mines. T. XIII.

Glaukoniten, ungeachtet ihres so sehr verschiedenen Ursprungs.

Grünerde vom *Berufiord* und *Eskifiord* in *Island* stimmen nach den Analysen von Sartorius v. Waltershausen[1]) mit den vorstehenden nahe überein. Delesse[2]) analysirte eine Grünerde, welche auf den Eisensteingruben bei *Framont* in den *Vogesen* in so grofser Menge vorkommt, dafs sie zum Eisenausbringen verwendet wird. Sie stammt von verwittertem Augit ab.

Das Vorkommen der Grünerde in zersetztem Mandelsteine am *Monte Baldo* und in Blasenräumen vieler basaltischen und doleritischen Mandelsteine und Augitporphyre, die Bekleidung der Wände der Mandelsteine, die Erfüllung und der Ueberzug hohler Stalactiten und nierenförmiger Gebilde von Chalcedon mit Grünerde (*Faröer*), ihr häufiges Vorkommcm mit Zeolithen, die oft durch Grünerde gefärbt sind (*Island*), der durch sie gefärbte Bitterkalk, alles dieses spricht entschieden für ihren Absatz aus Gewässern.

Ihr Ursprung aus Augit zeigt sich da unverkennbar, wo sie in Formen dieses Minerals vorkommt, wie im Augitporphyr von *Pozza* in *Tyrol*, in welchem sich die verschiedenen Grade der Umwandlung deutlich wahrnehmen lassen[3]) (Kap. XXXIV).

Die lange Conservation der grünen Glaukonitkörner in sedimentären Formationen zeigt ihre schwierige Zersetzbarkeit, worin sie mit dem ihnen chemisch so nahe stehenden Glimmer übereinstimmen. Es sind unstreitig die fehlenden Kalksilicate, welche diese schwierige Zersetzbarkeit bedingen.

Ueber die Zusammensetzung der Eisenoxydul- und Eisenoxydsilicate läfst sich wenig Bestimmtes sagen. In den älteren Analysen wurde keine Rücksicht auf die relativen Mengen beider Eisenoxyde genommen. Ueberdies enthalten diese Silicate stets andere Silicate von Thonerde, Kalkerde, Magnesia und Alkalien in gröfseren oder geringeren Mengen, wefshalb das Verhältnifs zwischen der

[1]) Ueber die vulk. Gesteine in *Sicilien* und *Island*. S. 301.

[2]) Jahresber. 1854. S. 849.

[3]) Blum die Pseudomorphosen S. 207.

Kieselsäure und den Eisenoxyden nicht zu ermitteln ist; es scheint sehr zu variiren. Rammelsberg [1]) bestimmte die Menge beider Eisenoxyde in zwei Hisingeriten. Annähernd fand er den Sauerstoffquotienten, wenn der Sauerstoff beider Oxyde zusammengenommen wird, = 1. Hermann fand ihn in einer andern Varietät = 0,753.

Die Kieselsäure hat eine grofse Verwandtschaft zum Eisenoxydul. Man bemerkt dies, wenn wasserfreie Silicate, welche dieses Oxydul (unter andern Hüttenschlacken) enthalten, mit Salzsäure behandelt werden. Die sich ausscheidende Kieselsäure hält diese Base hartnäckig zurück und ist defshalb mehr oder weniger grün gefärbt. Das Eisenoxydul läfst sich als solches kaum durch mehrtägiges Digeriren mit concentrirter Salzsäure von der Kieselsäure trennen. Nur durch Salpetersäure, welche Eisenoxyd bildet, kann man die vollständige Scheidung bewirken [2]). Die wasserhaltigen Eisenoxydulsilicate, z. B. der Hisingerit, werden hingegen viel leichter durch Salzsäure zersetzt.

Es ist sehr wahrscheinlich, dafs kieselsaure Alkalien das Eisenoxydulbicarbonat in Gewässern in kieselsaures Eisenoxydul umwandeln (Kap. I. No. 47). In Räumen im Mineralreiche, wo der Zutritt der Luft ausgeschlossen ist, ist daher seine Bildung sehr wohl zu begreifen, und um so mehr, da die Grünerde so häufig alkalische Silicate enthält, welche unzersetzte Ueberreste sein mögen.

Die oben angeführten Erscheinungen zeigen einen allmäligen Uebergang der Eisenoxydulsilicate in Eisenoxydsilicate an. Dafs aber diese Oxydation nur unter besonderen Umständen erfolgt, geht aus der fast unveränderten grünen Farbe der Grünerde und des Glaukonit hervor. Der Hisingerit ist manchmal mit Eisenocher überzogen.

In Gewässern, vorzugsweise in Quellen, welche Kieselsäure und Eisenoxydulbicarbonat enthalten, finden sich günstige Bedingungen zur Bildung von Eisenoxydsilicaten. Durch Aufnahme von Sauerstoff verliert das Eisenoxydul seine halb und ganz gebundene Kohlensäure. Das Eisenoxydrat verbindet sich in statu nascenti mit der gelösten Kieselsäure und schwerlösliches Eisenoxydsilicat fällt nieder.

[1]) Suppl. IV. S. 100.

[2]) Kersten in Schweigger's Journ. Bd. LXVI. S. 15.

Ist ein Theil der Kieselsäure schon mit andern Basen (Alkalien, Kalkerde, Magnesia u. s. w.) verbunden: so werden diese Silicate mit dem gebildeten Eisenoxydsilicat niedergeschlagen. Hieraus erklärt sich die Gegenwart dieser Basen in den oben angeführten Grünerden und Glaukoniten. Es kann gedacht werden, dafs durch die reducirende Wirkung organischer Substanzen und Ueberreste das Eisenoxydsilicat mehr oder weniger in Eisenoxydulsilicat übergeht.

Durch Versuche würde schwierig nachzuweisen sein, dafs auf die angegebene Weise Eisenoxyd- und Eisenoxydulsilicate gebildet werden, da selbst die Kieselsäure in ihrer löslichen Modification sehr schwerlöslich im Wasser ist. Da nach Kap. I. No. 48 Eisenoxydhydrat zersetzend auf Natronsilicat wirkt, mithin Eisenoxydsilicat gebildet wird: so ist um so mehr zu erwarten, dafs auch die freie Kieselsäure sich mit dem Eisenoxydhydrat verbinden werde.

Nachstehende Thatsachen machen jene Versuche überflüssig. Die in Bd. I. S. 38 u. 39 angeführten Absätze von Eisenocher aus Quellen weisen mehr oder weniger Kieselsäure nach; welche aber stets weniger, meist viel weniger beträgt, als das Eisenoxydhydrat.

Dafs die Kieselsäure in diesen Absätzen mit dem Eisenoxyd gemischt ist, zeigt die lang anhaltende Digestion mit Salzsäure, welche erforderlich ist, um die letzten Eisenoxydtheile zu extrahiren und die Kieselsäure blos zu legen.

Es würde eine dankenswerthe chemische Untersuchung sein, wenn man das Verhältnifs der Kieselsäure zum Eisenoxyd in den Absätzen und in den Quellen, aus denen sie erfolgen, bestimmte. Sollte, wie es scheint, die Vergleichung dieser Verhältnisse ergeben, dafs das Eisenoxyd selbst in denjenigen Absätzen aus Quellen, welche dieses und die Kieselsäure nahe in gleichen Verhältnissen enthalten, vorherrschend sei: so würde dies vermuthen lassen, dafs die Bildung des Eisenoxydhydrat schneller erfolgt, als die Verbindung desselben mit Kieselsäure. Die höhere Oxydation des Eisenoxydul auf nassem Wege gehört zu den raschesten Oxydationsprocessen. Die Verbindung eines Stoffes in wässriger Lösung mit einem andern in statu nascenti erfolgt dagegen um so langsamer, je ver-

dünnter die Lösung ist. Schwefelsaurer Baryt scheidet sich bekanntlich aus sehr verdünnten Lösungen schwefelsaurer Salze durch Barytsalze erst nach vielen Stunden ab. Es kann daher gedacht werden, dafs das Eisenoxyd viel zu schnell abgeschieden wird, als dafs sich die ganze Menge desselben mit der in sehr verdünnter Lösung befindlichen Kieselsäure zu verbinden vermag. Auf diese Weise mufs ein Gemeng aus viel Eisenoxydhydrat und wenig Eisenoxydsilicat entstehen, und so erscheinen auch die in Rede stehenden Absätze.

Nach Kap. I. No. 48, 49 u. 50 kann aber auch Eisenoxydhydrat die Silicate der Alkalien, der Thonerde und der Kalkerde zersetzen und dadurch Eisenoxydsilicate gebildet werden. Diese Silicate können daher auch im Mineralreiche das Material zur Bildung von Eisenoxydsilicaten geliefert haben. Der Nontronit aus einer Eisensteingrube auf dem *Harz* ist schön grün, und enthält, nach sorgfältigen Untersuchungen von Bieward [1]), kein Eisenoxydul, sondern er ist ein reines, wasserhaltiges Eisenoxydsilicat. Andere in diese Kategorie gehörende Mineralien können daher gleichfalls blos Eisenoxyd oder, wie der grüne Pinguit, der nach Kersten 29,5 % Eisenoxyd und 6,1 % Eisenoxydul enthält, beide Oxyde enthalten. Sind solche grüne Mineralien durch Zersetzung oben genannter Silicate mittelst Eisenoxydhydrat entstanden: so kann entweder bei Gegenwart organischer Substanzen eine theilweise Reduction des Eisenoxyd zu Eisenoxydul stattgefunden haben, oder es bildeten sich sogleich beide Eisenoxyde, wenn die Zersetzung dieser Silicate schon begonnen hatte, ehe noch das Eisenoxydulbicarbonat der Gewässer vollständig in Eisenoxydhydrat umgewandelt worden war.

F. Einfache wasserhaltige Manganoxydul-Silicate.

So wie sich aus Augit Grünerde und ähnliche Eisenoxydulsilicate bilden: so scheinen auch die wasserhaltigen Manganoxydulsilicate aus manganoxydulhaltigem

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. IX. S. 162.

Augit hervorzugehen (vgl. Kap. XXXIV). Sowohl der rothe Mangankiesel als auch der Bustamit sind nach Berzelius und Dumas wasserfreie Doppelsilicate aus Manganoxydul und Kalkerde, welche von Säuren nicht merklich angegriffen werden. Ein Mineral von *Franklin* in *New-Jersey* enthält nach Thomson keine Kalkerde, aber 2,7 % Wasser. Damit ist identisch der von Rammelsberg analysirte Tephroit[1]), der nur Spuren von Kalk und Magnesia enthält.

Dafs das Kieselmangan häufig durch kohlensaure Wasser zersetzt wird, zeigen die von Du-Menil[2]) und Brandes[3]) untersuchten Kieselmangane, welche meist Kohlensäure bis 10 % enthalten. Säuren greifen diese Kieselmangane nur wenig an. Rammelsberg[4]) hält diese, Hornmangan, Allagit, Photicit, Rhodonit, Hydropit benannten Mineralien für Gemenge aus einem Manganoxydulsilicate, theils mit Quarzsubstanz, theils mit reinem und kohlensaurem Manganoxydul. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs diese Mineralien aus Augit hervorgegangen sind, indem theils der Kalk, theils das Eisenoxydul durch kohlensäurehaltige Gewässer fortgeführt worden ist. In dem von Simpson[5]) analysirten Photicit fanden sich noch Kalk, Magnesia und Eisenoxydul (von jedem 1,4 bis 1,5 %), wahrscheinlich Ueberreste von dem ursprünglichen Mineral; denn der Wassergehalt von 8,9 % zeigt, dafs hier bedeutende Zersetzungen stattgefunden haben. Dafs in diesen Manganoxydulsilicaten theils Wasser, theils Kohlensäure in veränderlichen Quantitäten, theils gar nicht vorkommen, zeigt, dafs diese, die Zersetzung bedingenden Agentien erst im Laufe der Zeit aufgenommen worden sind[6]).

Der schwarze Mangankiesel von *Klapperud* in *Da-*

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXII. S. 146.

[2]) Gilbert's Ann. Bd. LXI. S. 194.

[3]) Schweigger's Journ. Bd. XXVI. S. 121.

[4]) A. a. O. Bd. LXII. S. 145.

[5]) Ebend. S. 147.

[6]) Im Kap. XXXIV (Zersetzung des Kalkmanganoxydulaugit in Braunit und Pyrolusit) werden wir auf diese Manganoxydulsilicate wieder zurückkommen.

lekarlien stimmt, wenn man seinen Wassergehalt von 13 % (nach Klaproth) abzieht, in seiner Zusammensezzung mit dem Tephroit überein. Wahrscheinlich ist er ein umgewandelter Tephroit; denn dieser überzieht sich leicht mit einer schwarzen Rinde. Das augitartige Mineral von *Franklin*, Fowlerit, welches in seinen äufsern Eigenschaften sehr mit dem Tephroit übereinstimmt, enthält nach Thomson 3,2 % Wasser. Da es 13 % Eisenoxyd einschliefst, mithin bei weitem mehr als der Tephroit: so ist es wohl nicht aus diesem, sondern aus Augit entstanden. Der Troostit, welcher zu *Sparta* und *Sterling* in *New-Jersey* vorkommt, steht in seiner Zusammensetzung dem Fowlerit sehr nahe. Aufser Wasser enthält er auch Kohlensäure, zusammengenommen 7,3 %. Ohne Zweifel hat er dieselbe Abstammung wie dieser. Nach Hermann und Wurtz[1]) ist der Troostit von *New-Jersey* Willemit, in welchem ein Theil des Zinkoxyd durch Eisenoxydul und Manganoxydul ersetzt ist.

So weit als das Vorkommen der wasserhaltigen Manganoxydulsilicate bekannt ist, scheinen sie durchgängig aus manganoxydulhaltigen Augiten an Ort und Stelle entstanden zu sein.

In den Drusenräumen im Mandelstein bei *Oberstein*, in welchen die kieselhaltigen Mineralien die vorherrschenden sind, finden sich nicht selten auf den Amethysten braune weiche Massen, die gröfstentheils aus Mangansuperoxyd bestehen. Hier fehlt es also weder an Kieselsäure noch an Mangan; dennoch hat man meines Wissens noch nie in ihnen ein Manganoxydulsilicat gefunden; Grünerde hingegen kommt in denselben sehr häufig vor. Es bleibt daher noch unbestimmt, ob sich die Manganoxydulsilicate aus Gewässern abgesetzt haben.

Die Betrachtung der Kupferoxyd-, Wismuthoxyd-, Zinkoxydsilicate u. s. w. behalten wir dem Kapitel von den Erzen vor.

[1]) Jahresber. 1851. S. 774.

G. Verbindungen von Silicaten mit Carbonaten, mit Sulphaten und mit Chlorüren.

Künstlich kann man eine Verbindung von kieselsaurem Natron mit einem Carbonat darstellen. Wird der Niederschlag, welcher erhalten wird, wenn man zu einer wässrigen Lösung von Kalkbicarbonat eine Lösung von kieselsaurem Natron setzt (Kap. I. No. 11) ausgewaschen und dann mit Salzsäure behandelt: so löset er sich mit Aufbrausen auf, ohne dafs sich Kieselsäure abscheidet. Fällt man aber aus dieser Lösung den Kalk durch oxalsaures Ammoniak, dampft die abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne ab und treibt das Ammoniaksalz durch Hitze fort: so bleibt ein Rückstand, der sich zum Theil im Wasser löst und Kieselsäure scheidet sich ab. Die Lösung enthält Chlornatrium. Der oben erwähnte Niederschlag enthält daher kohlensauren Kalk, Kieselsäure und Natron. Die beiden letzteren Substanzen konnten aber nur als kieselsaures Natron im Niederschlage enthalten gewesen sein. Da indefs dieses Silicat beim Auswaschen des Niederschlags nicht abgesondert wurde: so ist es sehr wahrscheinlich, dafs es mit dem kohlensauren Kalk in chemischer Verbindung war.

Im Mineralreiche finden sich wirklich ähnliche Verbindungen. Nach G. Rose[1]) besteht der Cancrinit aus dem Miaszit am *Ural* aus Natron- und Thonerdesilicat und Kalkcarbonat. Nach Whitney in *Boston*[2]) bestehen drei Varietäten von Cancrinit, welche im Granit bei *Litchfield, Maine* vorkommen, aus Natron und Thonerdesilicat und aus Natron und Kalkcarbonat. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs auch auf künstlichem Wege das Thonerdesilicat in die Verbindung eingehen würde, wenn man es zu der Lösung des kieselsauren Natron setzte, welches indefs wegen der grofsen Schwerlöslichkeit des ersteren Schwierigkeiten haben würde. Der Davyn aus Blasenräumen von Lava des *Vesuv* und der Stroganowit aus Geschieben eines Flusses in *Daurien* gehören in dieselbe Kategorie. Von ersterem besitzen wir noch keine genaue

[1]) Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 57.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXX. S. 443.

Analyse, die Gegenwart des Carbonat ist indefs nicht zweifelhaft. Der Stroganowit ist nach Hermann[1]) ein Cancrinit, worin die Kalkerde überwiegt[2]).

Silicate kommen auch mit Chlorüren und schwefelsauren Salzen verbunden vor. So enthält der Sodalit Chlornatrium, der Nosean und Hauyn theils schwefelsaures Natron, theils schwefelsauren Kalk. Man kann diese Mineralien als Verbindungen von Elaeolith (Natron- und Thonerdesilicat) mit den eben genannten Salzen betrachten[3]). Der Ittnerit enthält sogar ein Chlorür und ein schwefelsaures Salz.

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 177.

[2]) Da kohlensaurer Kalk Silicate aus ihrer Lösung in Salzsäure fällt: so ist dieselbe Fällung zu vermuthen, wenn Silicate blos im Wasser aufgelöst sind. Wenn daher Natronthonerdesilicat in Gewässern gelöst ist, und diese Lösung mit kohlensaurem Kalk in Berührung kommt: so ist denkbar, dafs selbst, wenn Kohlensäure nicht vorhanden ist, Verbindungen dieses Doppelsilicats mit kohlensaurem Kalk entstehen können.

[3]) Whitney a. a. O.

Kapitel XXVI.

Zeolithe.

Vom Vorkommen und von der Bildung der Zeolithe wird Bd. III. Kap. Drusenräume die Rede sein. Was Säuren aus verschiedenen Gesteinen (Basalte, Mandelsteine, Phonolithe etc.) extrahiren, hat man zeolitische Gemengtheile genannt. Da die Mineralien, welche wir Zeolithe nennen, stets wasserhaltige zusammengesetzte Silicate sind: so kann man von zeolithischen Gemengtheilen nur in solchen Gesteinen sprechen, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten. Die Augitlaven sind wasserfrei, Säuren extrahiren aus ihnen bedeutende Mengen; es würde daher widersprechend sein, wenn man das Extrahirte die zeolithischen Gemengtheile dieser Laven nennen wollte. Die Basalte enthalten mehr oder weniger chemisch gebundenes Wasser, Säuren extrahiren aus ihnen gleichfalls bedeutende Quantitäten; man könnte daher das Extrahirte für die zeolithischen Gemengtheile der Basalte halten. Aber die geringen Mengen Wasser in denselben entsprechen selten den grofsen Mengen der durch Säuren extrahirten Theile, wenn man sie für zeolithische Massen nehmen will. Die grofse Aehnlichkeit der Basalte mit den Laven läfst schliefsen, dafs jene gleichfalls durch Säuren extrahirbare Theile enthalten. Was daher aus Basalten und ähnlichen Gesteinen durch Säuren extrahirt wird, kann nur zum Theil eine zeolithische Masse sein.

Der Umstand, dafs man zeolithische und durch Säuren überhaupt extrahirbare und zersetzbare Theile mit einander verwechselte, hat zu vergeblichen Versuchen geführt, aus den Resultaten der Analyse der durch Säuren ausgezogenen Theile auf die Gegenwart dieses oder jenes Zeoliths in dem untersuchten Gesteine schliefsen zu wollen.

Die Gegenwart zeolithischer Substanzen in Gesteinen, in deren Drusenräumen und Spalten sie gefunden werden,

ist nicht in Abrede zu stellen. Im Analcimdolerit findet sich der Analcim in der ganzen Masse, und in seinen häufigen Drusenräumen in grofsen schönen Krystallen. Es ist nicht zweifelhaft, dafs das Material zur Bildung der letzteren durch Gewässer aus dem Gesteine eingeführt worden ist. Ebenso mögen andere Zeolithe in Drusenräumen entstanden sein. Wären die Zeolithe ursprüngliche Bildungen: so müfsten wir sie stets in Gesteinen neben anderen ursprünglich gebildeten Krystallen, z. B. neben Labrador und Augit krystallisirt finden. Es wird auch von vielen Zeolithen angeführt, dafs sie in Gesteinen vorkommen; bei näherer Untersuchung dürfte sich indefs ergeben, dafs sie blos kleine Poren und Zwischenräume im Gesteine ausfüllen. Breithaupt[1]) sagt: nie hat man einen Zeolith porphyrartig im frischen Gesteine gefunden.

Das bei weitem am häufigsten beobachtete Vorkommen der Zeolithe in Drusenräumen und Spalten mit Quarz und Kalkspath, welche unzweifelhaft Zersetzungsproducte des Nebengesteins sind, spricht entschieden für denselben Ursprung. Da aber diese Zersetzungsproducte schwerlich in dem Verhältnisse, in welchem sie entstehen, von den Gewässern fortgeführt werden: so häufen sie sich in der Grundmasse an. In Melaphyren finden wir mineralogisch erkennbaren Quarz, das Brausen mit Säuren zeigt kohlensauren Kalk an, aus dem chemisch gebundenen Wasser und aus den durch Säuren extrahirbaren Theilen schliefsen wir auf die Gegenwart von zeolithischen Substanzen. Was wir daher in Drusenräumen solcher Gesteine finden, das finden wir auch in ihrer ganzen Masse; nur keine krystallisirten Zeolithe in dieser. Dies führt zu dem Schlusse, dafs es zur Bildung bestimmter Zeolithe in der Masse des Gesteins nicht gekommen ist, sondern dafs diese Bildung erst aus den von den Gewässern in die leeren Räume geführten wasserhaltigen Silicaten von Statten gegangen ist.

Da unter den Zeolithen nur der Analcim und der Natrolith keine Kalksilicate enthalten: so sind es nur diese beiden Zeolithe, welche sich aus kohlensäurehaltigen Ge-

[1]) Paragenesis. S. 108.

wässern abgesetzt haben können; die Bildung der übrigen setzt dagegen voraus, dafs die Gewässer entweder gar keine oder nur so wenig Kohlensäure enthalten haben, dafs blos ein Theil des aufgelösten Kalksilicat zersetzt werden konnte. Waren kieselsaurer und kohlensaurer Kalk neben einander aufgelöst: so konnte die gleichzeitige Bildung von Zeolithen und Kalkspath erfolgen, und dies entspricht dem nicht seltenen Wechsel beider Mineralien in den Drusenräumen [1]).

Die Zeolithe werden durch Säuren zersetzt; die Kieselsäure scheidet sich jedoch nicht aus allen als Gallerte ab, sondern aus mehreren, wie aus dem Stilbit, Epistilbit als Pulver. Letztere werden stets schwieriger als diejenigen Zeolithe zersetzt, aus denen sich die Kieselsäure als Gallerte abscheidet.

Wir ordnen die Zeolithe nach ihren Bestandtheilen, wobei wir uns auf diejenigen beschränken, welche allgemein verbreitet sind und am häufigsten vorkommen. Unter den selten vorkommenden führen wir nur diejenigen an, von denen Umwandlungsprocesse bekannt sind. Die mit Q. bezeichnete Zahl ist der Sauerstoffquotient nach Abzug des Wassers, die mit W. bezeichnete ist der Wassergehalt.

Erste Classe. Thonerdehaltige Zeolithe.

Sie bestehen aus den Silicaten von:

A.	Analcim.		Nathrolit (Natronmesotyp.)	
Thonerde	Q. 0,75		Q. 0,67	
Natron	W. 8,01 %		W. 9,32 %	
B.	Laumontit.	Leonhardit.	Stilbit.	Heulandit.
Thonerde	Q. 0,50	Q. 0,45	Q. 0,44 (?)	Q. 0,33
Kalkerde	W. 15 %	W. 13,54 %	W. 17 %	W. 14,33 %
	Skolezit (Kalkmesotyp).		Prehnit.	
	Q. 0,67		Q. 0,83	
	W. 13,54 %		W. 4,3 %	

[1]) Nach brieflicher Mittheilung von C. List enthält Wasser, welches über einer grofsen Menge grünen Taunusschiefers gekocht worden, Kalksilicat, Thonerde und etwas Eisenoxydul nebst Alkalien aufgelöst. Die Gewässer nehmen daher dieselben Substanzen wenn gleich in geringeren Mengen auf. Aus den an Kalksilicaten so reichen Mandelsteinen werden sie um so leichter Kalksilicate u. s. w. extrahiren.

C.	Mesolith (Kalk- und Natron-Mesotyp).		Chabasit.
Thonerde	Q. 0,67		Q. 0,50
Natron	W. 12,17 oder 13,45 %		W. 22 %
Kalkerde	Epistilbit.	Thomsonit (Comptonit)[1].	
	Q. 0,44	Q. 1,00	
	W. 14,48 %	W. 13,66 %	

D.	Kalkharmotom.	E.	Barytharmotom.
Thonerde	Q. 0,50	Thonerde	Q. 0,50
Kali	W. 17,00 %	Kali	W. 15,00 %
Kalkerde		Baryt	

Die Zeolithe unter C der ersten Classe enthalten meist neben Natron geringe Mengen Kali, und umgekehrt enthalten die Zeolithe unter D meist neben Kali geringe Mengen Natron.

Zweite Classe. Thonerdefreie Zeolithe.

Sie bestehen aus den Silicaten von:

F.	Apophyllit.	G.	Datolith.
Kali	Q. 1,00	Kalkerde an Kieselsäure und Borsäure gebunden.	
Kalkerde	W. 16,35 %		

Wir führen noch einige von den selten vorkommenden zeolithischen Substanzen an, welche Bestandtheile enthalten, die den übrigen fremd sind, oder doch nur in Spuren darin vorkommen. So enthält der Kirwanit 23,91, der Zeuxit 26,01 % Eisenoxydul, der Karpholit 18,3 bis 19,2 % Manganoxyd, der Neurolith 1,5 und der Onkasin 3,82 % Magnesia. Es mag sein, daſs sich in den Drusenräumen nicht so gar selten Zeolithe, welche Eisen- und Manganoxydul enthalten, gebildet haben, daſs dieselben aber später durch Oxydation wieder zersetzt worden sind; man findet wenigstens in den Chalcedonmandeln fast im-

[1]) Rammelsberg (Jahresb. 1853. S. 822) ist der Ansicht, daſs es zwei verschiedene Varietäten von Thomsonit gebe, welche miteinander in verschiedenen Verhältnissen verbunden vorkommen.

mer mehr oder weniger Eisenoxydhydrat, welches theils die Quarz- und Amethystkrystalle überzieht, theils zwischen denselben abgelagert ist. In einer solchen Mandel fand ich eine bedeutende Menge Mangansuperoxyd (Kap. Drusenräume).

Die Zeolithe enthalten, die eben angeführten beiden selten vorkommenden ausgenommen, keine Magnesiasilicate, obgleich sich diese in Mandelsteinen, und manchmal sogar in gröfserer Menge als die Kalksilicate finden. Dafs aber Magnesiasilicate aus den Mandelsteinen gleichfalls fortgeführt wurden, zeigen die so häufigen, dem Ripidolith ähnlichen Rinden der Mandeln (Kap. Drusenräume), so wie der manchmal in Drusenräumen vorkommende Speckstein (Kap. XL).

Wir finden demnach in den Drusenräumen dieselben Silicate wie im Nebengesteine. Je nachdem die Zersetzungsprocesse in demselben diese oder jene Richtung nehmen, treten bald diese bald jene Zeolithe in den Drusenräumen auf. In einigen dieser Zeolithe finden wir Substanzen, wie Baryt und Borsäure, als wesentliche Bestandtheile, welche im Nebengesteine noch nicht nachgewiesen worden sind.

Beachtet man, dafs in den Chalcedonmandeln Zeolithe meist gar nicht oder im Verhältnisse zu den kieseligen Bildungen nur in geringen Mengen vorkommen: so mufs im Nebengesteine solcher Mandeln die Zersetzung der Silicate der vorwaltende, die Auflösung der unzersetzten Silicate dagegen der untergeordnete Procefs gewesen sein. Da, wie z. B. bei *Oberstein*, die kieseligen Bildungen in den Drusenräumen der dortigen Mandelsteine in beträchtlicher Menge auftreten: so haben diese Gesteine viel von ihrer Kieselsäure verloren.

Sind auf der anderen Seite die Drusenräume der Mandelsteine blos mit Kalkspath erfüllt (Kap. Drusenräume): so war die Zersetzung der Kalksilicate des Nebengesteins der vorwaltende, wenn nicht ausschliefsliche Procefs. In diesem so sehr häufig vorkommenden Falle mufs die Kieselsäure der zersetzten Kalksilicate entweder im Gesteine zurückgeblieben, oder nur in so geringer Menge von den Gewässern fortgeführt worden sein, dafs sie in den Dru-

senräumen nicht zum Absatze kommen konnte, sondern nach erfolgter Ausscheidung der kohlensauren Kalkerde mit den abfiltrirenden Gewässern fortgeführt wurde. Jedenfalls nahm aber unter solchen Umständen der Kieselsäuregehalt im Nebengesteine zu.

Niemand wird bezweifeln, dafs in Gesteinen, welche identisch mit den Mandelsteinen sind, aber keine Höhlenräume einschliefsen, dieselben Processe wie in letzteren stattgefunden haben und noch stattfinden werden. Was die Gewässer aus ersteren Gesteinen fortführen, kommt nicht zum Absatze; diese Gesteine erleiden aber dieselben Veränderungen durch die durchdringenden Gewässer als die Mandelsteine.

Das häufigere Vorkommen von natron- als kalihaltigen Zeolithen rührt theils davon her, dafs die Mandelsteine reicher an Natronsilicaten als an Kalisilicaten sind, theils dafs jene von den Gewässern leichter als diese extrahirt werden.

Die Vergleichung der Sauerstoffquotienten der Zeolithe mit denen der Feldspathe (Kap. XXVII) zeigt in diesen dieselben Werthe wie in jenen. Gleichwohl wollte es lange nicht gelingen, einen Feldspath in Drusenräumen der Mandelsteine zu finden; kürzlich entdeckte aber Jenzsch[1]) in Drusenräumen eines von ihm Amygdalophyr genannten Gesteins ein Mineral (Weissigit), welches, nach seiner Analyse, genau die Zusammensetzung des Orthoklas hat und eine geringe Menge Lithion enthält.

Es ist jedoch zu bemerken, dafs dieser Amygdalophyr die Zusammensetzung der Trachyte hat (Kap. Trachyte). In Drusenräumen von Gesteinen von dieser Zusammensetzung, und sogar in sedimentären, ist aber das Vorkommen von Feldspathen keine Seltenheit, wie wir im folgenden Kapitel sehen werden. Uebrigens zeigt die Umwandlung des Analcim und Laumontit in Feldspath, dafs die Bildung des letzteren auf indirectem Wege auch in Drusenräumen der Mandelsteine von Statten gehen kann.

Feldspath in der Form von Analcim. Hai-

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1853. S. 397 und Bulletin de la Soc. géol. de France. Série II. T. II. p. 491.

dinger[1]) fand im Calton *Hill* bei *Edinburg* eine dunkel fleischrothe Masse in der Form des Analcim. Die Krystalle waren entweder ganz hohl, oder sie enthielten etwas Kalkspath oder auch eine braunerdige Substanz. Breithaupt fand, nach brieflicher Mittheilung, im Mandelstein der Gegend von *Dillenburg* gemeinen Feldspath wirklich in der Form von Analcim.

Das Nachstehende zeigt die Umwandlung des Analcim in Orthoklas.

	Kieselsäure.	Thonerde.	Natron.	Wasser.
Analcim . . .	8 At.	3 At.	3 At.	6 At.
Kalisilicat . .	+4 „	—	+3 „ Kali	—
			—3 „ Natron	—6 „
Orthoklas . .	12 At.	3 At.	3 At. Kali	

Nimmt daher der Analcim Kalisilicat von vorstehender Zusammensetzung auf: so wandelt er sich in Orthoklas um. Da Natronsilicat durch kohlensaures Kali zersetzt wird (Kap. I. No. 38): so können Gewässer, kohlensaures Kali und Kieselsäure enthaltend, den Analcim[2]) in Orthoklas umwandeln. Jene beiden Substanzen sind aber gewifs in Gewässern enthalten, welche durch Mandelsteine filtriren. Die Zeolithe in den Drusenräumen derselben sind die letzten Absätze (Kap. Drusenräume); die Umwandlung des Laumontit und Analcim in Orthoklas ist daher ein noch späterer Act. Da nun die Zersetzung der Kalisilicate in einem Gesteine gleichfalls ein späterer Act als die Zersetzung der Natronsilicate ist: so ist das aus dieser Zersetzung hervorgegangene kohlensaure Kali vor-

[1]) Sitzungsberichte der Acad. der Wissenschaften zu Wien. Bd. 3.

[2]) Da es kaum einen Orthoklas gibt, der nicht wenigstens Spuren von Natron enthält: so wird nicht alles Natron aus dem Analcim verdrängt werden. Awdejew fand im Analcim aus dem Zirkonsyenit bei *Brevig* nur eine Spur von Kali; ich fand in einem etwas zersetzten Analcim von der *Seifser Alp* eine kaum merkliche Spur; alle übrigen Analysen geben gar kein Kali an. Auffallend ist es daher, dafs Sartorius v. Waltershausen (über die vulkanischen Gesteine. S. 266) in reinen Analcimkrystallen von den Cyclopen, neben 7,92 Natron, 4,46 % Kali angibt. Sollten solche kalihaltige Analcime ein verbreitetes Vorkommen haben: so würden diese noch leichter einer Umwandlung in Feldspath unterliegen.

zugsweise in denjenigen Gewässern zu vermuthen, welche nach der Bildung der jüngsten Absätze in den Drusenräumen in dieselben gedrungen sind. Wie das kohlensaure Kali, so ist auch das kieselsaure Kali, welches als solches aufgelöst wurde, in den zuletzt in die Drusenräume gedrungenen Gewässern zu vermuthen. Wie das erstere, so konnte auch das letztere, wenn gleichzeitig Kohlensäure gegenwärtig war, den Laumontit in Orthoklas umwandeln.

Wenn, wie in den vorliegenden Fällen, die Folge der Zersetzungsprocesse in den Gesteinen mit der Folge der Absätze und der Umwandlungsprocesse in ihren Drusenräumen übereinstimmt: so ist es ein sicheres Zeichen, dafs man den rechten Weg zur Erklärung der Erscheinungen gefunden habe. Die Bildung des Analcim in den Drusenräumen setzt die Gegenwart der Natronsilicate in den Gewässern voraus, seine Umwandlung in Orthoklas fordert die Gegenwart der Kalisilicate in den später eingedrungenen Gewässern; dies entspricht aber der Folge, in welcher die alkalischen Silicate aus den Gesteinen extrahirt werden.

Da der Analcim in der Masse des Dolerit der Cyklopen-Inseln bei *Catania* in *Sicilien* vorkommt, und wenigstens zwei Drittheile davon ausmacht, da dieser Dolerit die Grundlage der gröfsten dieser Inseln, so weit sie sichtbar ist, bildet[1]: so hat die Umwandlung dieses Zeolith in Orthoklas eine geologische Bedeutung. Es liegt die Möglichkeit vor, dafs ein solcher Dolerit sich, so weit als dessen Gehalt an kieselsaurem Kali es gestattet, in ein Feldspathgestein umwandeln kann, wenn auch eine solche Metamorphose bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist.

Prehnit in Formen von Analcim. Diese Pseudomorphosen sind von Haidinger, Blum, Grandjean, F. Sandberger in verschiedenen Gesteinen (Trapp von Dunbarton, Diorit (?), Diabas und Mandelstein) nachgewiesen worden[2]. Nach der Beschreibung einiger dieser

[1]) C. Gemellaro die Basaltgebilde von Leonhard. Bd. I. S. 228.

[2]) Blum die Pseudomorphosen. S. 100 u. s. w. und zweiter Nachtrag S. 45.

Pseudomorphosen scheint die Umwandlung im Innern von mehreren Punkten ausgegangen zu sein. Sie sind von besonderer Bedeutung, da sie eine Aufnahme von Kalk voraussetzen. Pseudomorphe Prehnite, welche von G. Leonhard[1]) analysirt wurden, enthielten nur 19 bis 22,6 % Kalkerde, während sie in dem nicht pseudomorphen bis auf 27 % steigt. Die Umwandlung scheint daher noch nicht vollendet gewesen zu sein[2]). Riegel[3]) fand im Analcim von *Niederkirchen* 6,5 % Natron und 5,7 Kalk, Jackson im Analcim von *Kewenaw-Point* am *Lake superior* 8,52 % Natron und 3 % Kalk. Man möchte daher vermuthen, dafs diese Analcime schon in einer Umwandlung in Prehnit begriffen gewesen seien.

Da schwefelsaurer Kalk oder Chlorcalcium Natronsilicate zersetzen (Kap. I. No. 8): so würden Gewässer, welche jene Salze aufgelöst enthalten, wenn sie mit Analcim in Berührung kämen, dessen Natronsilicat in Kalksilicat umwandeln können, während das Natron als Sulphat fortgeführt würde. Auf gleiche Weise ist die Verdrängung des Natron durch Kalkerde im Natrolith und Mesolith (siehe unten) zu denken.

Als ich gepülverten und geschlämmten Analcim 24 Stunden lang mit einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kalk bei gelinder Wärme digerirte, aus der klaren Flüssigkeit den Kalk durch oxalsaures Ammoniak fällte, die davon abfiltrirte Flüssigkeit zur Trockne abdampfte und die Ammoniaksalze verflüchtigte, blieb ein Rückstand, der im Wasser gelöst von essigsaurem Bleioxyd getrübt wurde. Nachdem die davon abfiltrirte Flüssigkeit zur Entfernung des überschüssigen Bleisalzes mit Schwefelwasserstoff behandelt, die Lösung zur Trockne abgedampft und der Rückstand geglüht worden, reagirte er sehr deutlich alkalisch. Er bestand daher aus kohlensaurem Natron und zeigte, dafs das Natronsilicat im Anal-

[1]) Ueber einige pseud. zeolith. Substanzen aus Rheinbaiern. 1841. Bd. I. S. 43 ff.

[2]) Die bedeutende Menge Thonerde in dieser Analyse und das befolgte Verfahren lassen übrigens auf Fehler schliefsen.

[3]) Jahrbuch der practischen Pharmacie. Bd. XIII. S. 1.

cim durch den schwefelsauren Kalk theilweise in schwefelsaures Natron wirklich umgewandelt worden war.

Der günstige Erfolg dieses Versuchs veranlafste mich, ihn mit einer grofsen Menge schwefelsaurer Kalklösung zu wiederholen [1]). Nachdem 1 Th. Analcim mit 1,18 Th. schwefelsaurem Kalk in 598 Th. Wassers gelöst, mehrere Stunden lang in gelinder Wärme digerirt worden, fanden sich in der Lösung, aus welcher die Kalkerde durch oxalsaures Ammoniak gefällt wurde, 0,009 schwefelsaures Natron. Unter der Voraussetzung, dafs immerfort dieselbe Menge Natronsilicat im Analcim durch den schwefelsauren Kalk zersetzt wird, würde eine 36malige Wiederholung der Digestion hinreichen, alles Natronsilicat in Kalksilicat umzuwandeln.

Ich wollte den vorstehenden Versuch auch mit Chlorcalcium vornehmen. Das vorräthige Chlorcalcium, welches derselben Prüfung wie der schwefelsaure Kalk unterworfen wurde, zeigte aber Spuren von Alkalien, und ebenso ein für diesen Zweck aus Marmor und Kreide dargestelltes Chlorcalcium, obwohl der Marmor in Salzsäure aufgelöst, der Kalk durch kohlensaures Ammoniak gefällt und der sorgfältigst ausgewaschene Niederschlag wieder in Salzsäure aufgelöst, und die Kreide vor der Auflösung in Salzsäure mit Wasser ausgewaschen wurde. Wir werden später sehen, dafs kohlensaure Alkalien allgemein in Kalksteinen und Dolomiten verbreitet sind.

Da die von Blum beschriebenen Pseudomorphosen von sehr zersetztem Datolith umgeben sind: so vermuthet er, dafs die vom Analcim aufgenommene Kalkerde von diesem Zeolith herrühren könnte. Die Zersetzung der borsauren Kalkerde durch kieselsaures Natron (Kap. I. No. 56) spricht zu Gunsten dieser Vermuthung.

Talk in Formen von Analcim soll nach Wei-

[1]) Um Täuschungen zu vermeiden, wurde in diesem und im vorhergehenden Versuche von dem angewendeten schwefelsauren Kalk eine Probe derselben Untersuchung wie das mit Analcim digerirte Salz unterworfen. In der That zeigten sich deutliche Spuren eines alkalischen Salzes; durch fortgesetztes Auswaschen der schwefelsauren Kalkerde wurde es aber davon vollkommen befreit.

b y e[1]) in Höhlungen des Syenit bei *Köra* in *Norwegen* vorkommen. Die chemische Analyse mufs entscheiden, ob der Analcim wirklich vom Talk verdrängt werden kann.

Zersetzte Analcime.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	57,34	55,67	52,59	55,98	55,03
Thonerde	22,58	22,47	21,55 [2])	22,94	22,96
Natron	11,86	12,33	11,53	12,27	13,97
Kohlensaurer Kalk . .	0,35	—	3,10	—	—
Kohlensaure Magnesia .	—	0,44	0,80	—	—
Wasser	9,60	8,79	8,28	8,81	8,04
	101,73	99,70	97,85 [3])	100,00	100,00

I. Analcim vom *Blagodat* im *Ural* nach Henry[4]).

II. Etwas zersetzter Analcim von der *Seifser Alp*, nach meiner Analyse. Ein anderer enthielt 55,51 % Kieselsäure. Er brauste nicht mit Säuren.

III. Sehr zersetzter Analcim von demselben Vorkommen nach meiner Analyse. Er brauste stark mit Säuren. Nach mäfsigem Glühen brauste er etwas schwächer; er hatte daher etwas Kohlensäure verloren, wefshalb der Wassergehalt etwas geringer als 8,28 % ist. Eine directe Bestimmung der Kohlensäure nahm ich nicht vor, sondern berechnete die beiden Carbonate aus der Menge der Kalkerde und Magnesia. Der bedeutende Verlust von 2,15 % rührt ohne Zweifel gröfstentheils von organischen Substanzen her; denn die ausgeschiedenen alkalischen Chlorüre waren ganz schwarz. Da dieser Analcim im frischen Zustande, nach H. Rose, keine Kalkerde und Magnesia enthält: so ist nicht zu vermuthen, dafs die Carbonate Zersetzungsproducte seien. Nimmt man sie für zufällig: so erhält man die Zusammensetzung IV.

V. Berechnete Zusammensetzung des Analcim. Da die Analysen frischer Analcime sehr nahe mit einander stimmen: so kann man diese Zusammensetzung für die normale halten.

[1]) Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 537.

[2]) Etwas eisenhaltig.

[3]) Die Ursache dieses Verlustes konnte wegen Mangel an Material nicht ermittelt werden.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. XLVI. S. 264.

Vergleicht man III und IV mit V: so sieht man, dafs die Zersetzung mit einem Verlust an Natron und mit Aufnahme von Wasser verknüpft war. I war wahrscheinlich in gleicher Zersetzung begriffen, denn dieser Analcim hatte Fettglanz.

Blum beobachtete, nach brieflicher Mittheilung, an einem über $^1/_2$ Zoll grofsen Analcimkrystall von *Tyrol* eine Oeffnung, durch welche er im Innern ein krystallinisches Gemeng von kohlensaurem Kalk wahrnehmen konnte. Die unveränderte äufsere Rinde war nur $^1/_2$ Linie dick. Rührt dieser kohlensaure Kalk von einem bedeutenden Kalkgehalt dieses Analcim her, oder wurden die Bestandtheile desselben im Innern durch Kalkbicarbonat verdrängt? — Eine nähere Aufklärung ist zu wünschen.

Natrolith (Natron-Mesotyp) in Form von Eläolith. Nachstehende Analysen von Th. Scheerer[1]) setzen uns, da sie mit Eläolithen und Zeolithen von gleichen Fundorten unternommen wurden, in den Stand, das Wesentliche dieser Umwandlung kennen zu lernen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	44,45	45,23	45,55	47,97	48,12	47,86
Thonerde	31,92	32,66	32,00	26,66	26,96	26,62
Eisenoxyd	1,10	0,56	1,41	0,73	0,22	—
Kalkerde	0,28	0,34	Spur	0,68	0,69	—
Natron	15,71	15,71	16,09	14,07	14,23	16,20
Kali	5,17	5,67	5,02	Spur	Spur	—
Wasser	2,07	0,61	0,78	9,77	10,48	9,32
	100,70	100,78	100,85	99,88	100,70	100,00

I. Schmutzig-bräunlicher Eläolith aus der Gegend von *Brevig*. Mittel aus drei nahe übereinstimmenden Analysen. II. Grüner Eläolith von *Fredriksvärn* in *Norwegen*.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XLVI. S. 293 u. s. w. und Bd. XLIX. S. 359. u. s. w. Bd. LXV. S. 278. Vergl. auch Blum in Poggendorff's Ann. Bd. CV. S. 133, dagegen Scheerer ebend. Bd. CVIII. S. 416. Eine neuere Analyse des Natronmesotyp aus dem Zirkonsyenit von *Laurvig* von C. G. Gmelin (Poggendorff's Ann. Bd. LXXXI. S. 312) stimmt sehr genau mit V. überein. Gmelin bemerkt, dafs der damit verwachsene Feldspath nicht mehr frisch aussieht. — Weitere Analysen von Scott, Hauer, Heddle und Sieveking siehe Jahresber. 1852 S. 868; 1854 S. 840; 1856 S. 861; 1859 S. 796.

Mittel aus zwei nahe übereinstimmenden Analysen. III. Brauner Eläolith ebendaher, IV. fleischrother, V. weifser Spreustein, welche beide häufige Gemengtheile des Zirkonsyenit sind. Sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dafs die gefärbte Varietät eine geringe Menge amorphes Eisenoxyd enthält. Nach Blum sind nun diese Spreusteine nichts anderes als Pseudomorphosen nach Eläolith und Oligoklas [1]). (Vgl. Kap. XXVII. E.) VI. Theoretische Zusammensetzung des Natrolith.

Man sieht, dafs bei dieser Umwandlung aus I, II oder III ein Theil der Thonerde und des Eisenoxyd, das Kali aber bis auf eine Spur ausgeschieden und dagegen Wasser aufgenommen wurden. Eine approximative Rechnung zeigt, dafs auch ein Theil des Natron ausgeschieden wurde, und dafs durch diese Ausscheidungen die Kieselsäure relativ zugenommen hat. Die Zunahme der Kalkerde rührt wahrscheinlich von den Gewässern her, welche den Umwandlungsprocefs bewirkt und Kalkcarbonat als unwesentlichen Bestandtheil abgesetzt haben. Dieser pseudomorphische Procefs ist sehr interessant, weil in ihm, allen bisherigen Erfahrungen entgegen, Kali ausgeschieden wird und Natron zurückbleibt, oder doch nur eine geringe Menge davon fortgeht.

Die Umwandlung des Eläolith in Natrolith scheint keine Seltenheit zu sein. Der sehr schwankende Wassergehalt der Eläolithe, welcher in I bis auf 2,07 % steigt, die in I im Vergleiche mit II und III geringere Menge Thonerde, und die im Vergleiche mit II gleichfalls geringere Menge Kali deuten eine schon begonnene Umwandlung in eine zeolithische Substanz an. Eine solche tritt noch mehr hervor, wenn man II mit C. G. Gmelin's [2]) Analyse des grünen Eläolith von *Laurvig* vergleicht; denn in dieser beträgt die Thonerde 2 % mehr als in II, und das Wasser nur 0,6 %. Der von diesem Chemiker untersuchte Eläolith war daher weniger zersetzt als II.

Kalisilicat und Chlornatrium zersetzen sich gegenseitig (Kap. I. No. 9). Da letzteres in Gewässern kaum

[1]) Zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 132.

[2]) Schweigger's Journ. Bd. XXXVI. S. 84.

jemals fehlt: so ist es möglich, dafs im vorliegenden Falle nicht die Kalisilicate, sondern die aus ihnen hervorgegangenen Natronsilicate fortgeführt wurden. Die gleichzeitige Ausscheidung eines Alkali mit Thonerde berechtigt übrigens zu der Vermuthung, dafs beide in Verbindung aus der Mischung traten [1]) und um so mehr, da bei der Umwandlung des Eläolith in Natrolith ein Theil des Thonerdesilicat und die fast ganze Menge des Kalisilicat mit Zurücklassung der Kieselsäure zersetzt, mithin Thonerde und Kali nicht als Silicate fortgeführt wurden. Ueberdies wird diese Vermuthung durch die Leichtlöslichkeit des Thonerdekali in Wasser unterstützt. Ist unsere Ansicht richtig: so wurde auch das theilweise aus der Mischung getretene Natron als Thonerdenatron ausgeschieden, und es wurde das Kali wohl nur defshalb in gröfserer Menge als das Natron von der Thonerde ergriffen, weil es eine stärkere Base als dieses ist.

Diese Vermuthungen stützen wir auf die nachgewiesene Extraction der Thonerde aus kieselsaurer Thonerde durch kieselsaure Alkalien (Kap. I. No. 39) und auf die daraus gezogene Folgerung, dafs Gewässer auch aus Mineralien, welche beide Silicate enthalten, diese Extraction bewirken können.

Prehnit in Formen von Natrolith. Haidinger und Blum beschreiben diese Pseudomorphosen [2]). Grofse Natrolithkrystalle bestehen gänzlich aus Prehnit, der theils in langen säulenförmigen Krystallen, theils in nierenförmigen Massen erscheint. Bei dieser Umwandlung wurde das Natron durch Kalkerde verdrängt und ein Theil des Wassers ausgeschieden.

[1]) Kali kann sich mit Thonerde in einem bestimmten Verhältnisse, 47,87 des ersteren mit 51,13 der letzteren, verbinden (Unverdorben in Poggendorff's Ann. Bd. VII. S. 323), und diese Verbindung ist sogar der Krystallisation fähig (Fremy Compt. rend. T. XV. p. 1106). Sehr nahe in diesem Verhältnisse werden Kali und Thonerde aus dem Eläolith bei seiner Umwandlung in Natronmesotyp ausgeschieden. Führen Gewässer ein solches Thonerdekali fort: so wird es bald durch Kohlensäure zu Thonerdehydrat zersetzt. Vielleicht dafs Diaspor, Gibbsit u. s. w. auf diese Weise entstanden sind.

[2]) Erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 60.

Zersetzung des Natrolith. Gehlen und Fuchs[1]) analysirten ein verwittertes Mineral, welches Natrolithkrystalle umgab, die auf der Oberfläche gleichfalls verwittert waren. In diesem verwitterten Mineral war die Kieselsäure bis auf $\frac{1}{6}$ vermindert, von der Thonerde war nur noch eine geringe Menge vorhanden; die Kalkerde hatte dagegen bedeutend zugenommen und war gröfstentheils als Carbonat vorhanden. Ist, wie wohl nicht zu zweifeln, dieses Mineral ein verwitterter Natrolith: so bestand die Zersetzung in einer Ausscheidung von Thonerdesilicat und in einer Umwandlung des Kalksilicat in Kalkcarbonat. Die Fortführung des ersteren und das Zurückbleiben des letzteren ist ein sehr merkwürdiger Procefs, der durch weitere Untersuchungen aufgeklärt zu werden verdient.

Laumontit. Er verändert sich an der Luft und wird trübe. Malaguti und Durocher[2]) fanden, dafs er innerhalb eines Monats im luftleeren Raume 2,26 %, im Exsiccator über Schwefelsäure 3,85 %, später dann nur noch wenig verliert. In feuchter Luft verwittert er nicht, und der verwitterte nimmt in dieser, oder wenn man ihn in Wasser taucht, das verlorene Wasser wieder auf. Beim Erhitzen[3]) verliert der Laumontit zwischen 8° und 80° 3,17, zwischen 80° und 160° 2,91, zwischen 160° und 240° R. 1,20 % Wasser. Aus dem Vorkommen des Laumontit in Drusenräumen und Spalten ergibt sich demnach, dafs diese Räume sowohl während als auch nach der Bildung dieses Zeolith stets mit feuchter Luft erfüllt gewesen sein mufsten.

Nach Berlin[4]) scheinen alle Mineralien, welche rother Zeolith, Mehlzeolith, Aedelforsit etc. genannt wurden, nichts als Laumontit, vielleicht in mehr oder weniger verwittertem Zustande zu sein.

Feldspath in Formen von Laumontit. Haidinger[5]) machte auch auf diese merkwürdige Umwand-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. VIII. S. 361.

[2]) Ann. des mines. Sér. IV. T. IX. p. 325.

[3]) Vgl. auch Gericke Jahresb. 1856. S. 861.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd LXXVIII. p. 416.

[5]) A. a. O.

lung zuerst aufmerksam. Diese Pseudomorphosen finden sich in Höhlungen der Trappgesteine der *Kilpatrick Hills* bei *Dunbarton* in *Schottland*. Im Innern erscheinen die Krystalle ziemlich rein blafs fleischroth; aber die Linie zwischen der äufsern und innern Krystallrinde ist oft deutlich schmutzig grün und zeigt noch den Platz der Oberfläche der ursprünglichen Laumontitkrystalle, welche erst nach und nach durch die neu gebildeten kleinen Feldspathkrystalle ersetzt wurden. Der mittlere Raum ist entweder hohl oder von einer dunkelgrünen, dem Steinmark ähnlichen Masse erfüllt.

Dieser Gegenstand nahm G. Rose's und meine Aufmerksamkeit so sehr in Anspruch, dafs wir die Laumontite des Berliner Mineralien-Kabinets durchsahen und gleich beim ersten Blicke ähnliche Veränderungen wahrnahmen [1]). Die chemische Analyse einiger Fragmente dieser Pseudomorphosen unternahm mein Sohn Carl. Sie war wegen der geringen Menge des Materials nicht ohne Schwierigkeiten und lieferte das Resultat I. Er verknüpfte damit die Analyse eines Feldspath aus einem Erzgange bei *Schemnitz* II, dem wenigstens diejenigen Geologen, welche die Erze für Bildungen auf nassem Wege halten, dieselbe Bildungsart zuschreiben werden.

	I.	II.		III.	IV.
Kieselsäure	62,00	64,00		39,12	56,33
Thonerde	20,00	18,00		13,43	19,34
Eisenoxyd	0,64	0,53		2,60	3,73
Kalkerde	0,60	0,78		25,18	11,64
Magnesia	Spur	0,31		—	—
Kali	16,54	15,43		—	—
Natron	1,07	0,79		—	—
Blei- und Kupferoxyd	—	0,32		—	—
Glühverlust	0,87	0,54	Wasser	6,22	8,96
Kohlensaurer Kalk	—	—		13,45	—
	101,72	100,70		100,00	100,00

Ungeachtet in I die Kieselsäure weniger und die Thonerde mehr beträgt als im Orthoklas, welches von etwas beigemengtem, noch nicht vollständig umgewandel-

1) Jahrbuch für Mineral. u. s. w. 1850. S. 43.

tem Laumontit herrühren mag, wofür auch der Glühverlust spricht: so berechtigt doch das gegen Natron so sehr vorherrschende Kali zur Annahme, dafs die Pseudomorphose wirklich Orthoklas ist. Der Feldspath II, welcher mit dem von Baveno sehr nahe übereinstimmt, ist entschieden Orthoklas.

Die Umwandlung kann erfolgen, wenn Kalisilicat von nachstehender Zusammensetzung vom Laumontit aufgenommen, und dessen Kalkerde und Wasser abgeschieden werden.

Sauerstoff der	Kieselsäure	Thonerde	Kalkerde	Kali.
Im Laumontit	8	3	1	—
Im Kalisilicat	+4	—	—1	+3
Im Orthoklas	12	3	—	3

Die Kalkerde wird als Carbonat von der Kohlensäure fortgeführt; Gewässer brauchen also blos diese und Kalisilicat zu enthalten, um die Umwandlung zu bewirken. Da Kalksilicat durch kohlensaures Kali zersetzt wird (Kap. I. No. 5): so können Gewässer, kohlensaures Kali und Kieselsäure enthaltend, nach Ausscheidung des chemisch gebundenen Wassers, gleichfalls die Umwandlung des Laumontit in Orthoklas bewirken. Dieselben Substanzen, welche den Analcim in Orthoklas umwandeln, können daher auch die vorstehende Umwandlung bewirken.

Die Umwandlung des Laumontit in Feldspath scheint gar nicht selten vorzukommen. Grandjean[1]) fand solche Pseudomorphosen auf Klüften eines in Zersetzung begriffenen Grünsteins zu *Niederscheld* unfern *Dillenburg*. Nur selten sind die Laumontitkrystalle, welche zerfressen erscheinen, vollständig in Feldspath umgewandelt. Nach F. Sandberger[2]) fand sich diese Pseudomorphose auch in zolllangen Krystallen in einer Druse bei *Oberscheld* in *Nassau*. Ihre physikalischen Eigenschaften entsprechen vollkommen dem Orthoklas.

Ein halbverwitterter Laumontit von letzterem Fund-

[1]) Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogth. *Nassau*. Bd. VII. S. 219.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1851. S. 156.

orte hatte nach Wildenstein[1]) die Zusammensetzung III, und nach Abzug des kohlensauren Kalk ist sie IV (S. 377). Ein Theil der Kalkerde und des Wassers hatten sich daher schon ausgeschieden und erstere als Carbonat; ob dagegen vielleicht Spuren von Kali aufgenommen worden waren, oder ob blos eine Zersetzung durch Kohlensäure stattgefunden hatte, darüber entscheidet nicht die Analyse.

Zwölf Analysen des Laumontit geben einen Kalkgehalt von 9 bis 14,1 % an, in den meisten nähert er sich 12 %; wo er also unter diese Zahl fällt, da ist unzweifelhaft schon Zersetzung eingetreten.

Da der Laumontit auch in körnigen und erdigen Massen vorkommt: so konnte aus diesen Orthoklas in seiner eigenen Krystallgestalt hervorgehen. Denkbar ist es daher, dafs manche Orthoklase im Granit und Gneifs, aus Laumontit entstanden sein mögen; denn in diesen Gesteinen kommt letzterer, obgleich selten, vor.

Lewinstein[2]) untersuchte Laumontit vom *Lake superior* in verschiedenen Zuständen der Veränderung: einen braunrothen und einen grünen.

Ersterer hinterliefs 23,99 % Rüskstand, bestehend aus einem amorphen Pulver mit beigemengten krystallinischen Feldspathstückchen; letztere 18,39 % Rückstand nach dem Aufschliefsen mit Salzsäure. Er betrachtet den im Rückstand gefundenen Feldspath als ein Umwandlungsproduct des Laumontit und erinnert an die obige Analyse meines Sohnes.

Prehnit in Formen von Laumontit. F. Sandberger[3]) hat diese Umwandlung mehrmals beobachtet. Der Laumontit ist von mikroskopischen Prehnitkrystallen überzogen und bis zu geringer Tiefe ganz umgewandelt, der Kern besteht aber noch aus unzersetztem Laumontit. Grandjean[4]) fand solchen umgewandelten Laumontit in Begleitung von Kalkspath; die Krystalle sind von einer Kruste von Prehnit umgeben. Da bei dieser Umwandlung

[1]) Jahrb. des Vereins für Naturk. in *Nassau*. Bd. VI. S. 134.

[2]) Jahresber. 1860 S. 771.

[3]) Jahrbuch für Mineral. 1851. S. 156.

[4]) Jahrbücher des Vereins für Naturkunde in *Nassau*. Bd. VII. S. 218.

etwas Kieselsäure und Thonerde und viel Wasser ausgeschieden und dagegen Kalkerde aufgenommen werden müssen: so ist die Begleitung von Kalkspath sehr räthselhaft. Weitere Untersuchungen sind wünschenswerth.

Quarz in Formen von Laumontit. Blum fand, nach brieflicher Mittheilung, im Achat von *Oberstein* Klinorhomben-Säulen eingeschlossen, welche er geneigt ist dem Laumontit zuzuschreiben. S. unten Chabasit.

Weifsigit kommt nach Jenzsch in Formen von Laumontit vor [1]).

Prehnit in Formen von Leonhardit. Schwankende Ansichten über das ursprüngliche Mineral, welches in Prehnit umgewandelt worden ist, wurden aufgestellt; Blum [2]) zeigte aber mit überzeugenden Gründen, dafs Leonhardit dieses ursprüngliche Mineral war. Bei dieser Umwandlung geht etwas Kieselsäure, Thonerde und Wasser verloren und Kalkerde wird aufgenommen.

Stilbit. Unter 19 Analysen dieses Zeolith sind 15, welche einen Gehalt an Alkalien (Kali und Natron), der bis auf 2,2 % steigt, angegeben [3]). Entweder sind diese Alkalien wesentliche Bestandtheile, oder sie sind später aufgenommen worden, indem sie einen Theil der Kalkerde verdrängt haben. Im letzteren Falle mufs man eine Umwandlung in Feldspath für möglich halten, und um so mehr, da der Stilbit sich in seiner Zusammensetzung so sehr der des Laumontit nähert.

Nach Beudant scheint die Verwitterung des Stilbit mit einer Verminderung der Kieselsäure verknüpft zu sein.

In Dr. Rose's Sammlung in *Edinburg* fand Dr. Söchting (nach gefälliger Mittheilung) mehrere grofse Stilbitkrystalle quer über den Klüften eines sehr zersetzten und mehrfach zerbrochenen Trapp von *Island*. Sie haben sich daher erst nach der Zerbrechung des Gesteins gebildet.

[1]) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 800.

[2]) Die Pseudomorphosen u. s. w. S. 104.

[3]) Sjogren (Poggendorff's Ann. Bd. LXXVIII. S. 415) bemerkt, dafs alle bisherigen Analysen des Stilbit einen Ueberschufs an Wasser gaben. Es rühre dies daher, dafs das über Schwefelsäure getrocknete Mineral hygroskopisches Wasser zurückhalte, welches erst bei 80° R. ausgetrieben werden könne.

Nach Dana[1]) findet sich manchmal Stilbit in den durch Zersetzung des Feldspath im Granit und Gneifs entstandenen Höhlungen.

Ein von J. Bouis analysirter Quellabsatz der 62° R. heifsen Schwefelquelle *Cascade* in den *Pyrenäen* liefert das interessante Resultat, dafs derselbe derber Stilbit ist[2]).

Quarz in Formen von Stilbit. Ein Aggregat von Quarz läfst die blättrige Structur des Stilbit wahrnehmen. In einem anderen Exemplar sind viele Krystalle mit einer rauhen Quarzkruste überzogen, während das Innere theils hohl, theils mit Quarz erfüllt ist[3]). Was von der Entstehung der Heulanditpseudomorphosen bemerkt wurde, hat auch Bezug auf die vorstehenden Pseudomorphosen. In einer der letzteren wechseln Lagen von Quarz und Kalkspath mit einander. Entweder ist dieser ein Zersetzungsproduct des Kalksilicat, oder er wurde später von Gewässern abgesetzt.

Quarz in Formen von Heulandit. Diese von Haidinger und Blum[4]) beschriebenen Pseudomorphosen sind mehr oder weniger hohl, und die Wände ganz zackig. Ob sie Umwandlungs- oder Verdrängungspseudomorphosen sind, ist noch nicht entschieden. Da die Kieselsäure im Heulandit 60% beträgt: so könnte man den Quarz von dieser ableiten und die hohle Beschaffenheit würde für eine Umwandlung sprechen; nur ist eine Fortführung der Thonerde als solche nicht, wohl aber die der Kalkerde zu begreifen. Da der Heulandit von Gewässern abgesetzt wurde: so kann er auch von ihnen fortgeführt und dagegen Kieselsäure abgesetzt worden sein. In diesem Falle würde die vorstehende Pseudomorphose durch Verdrängung entstanden sein.

In den Drusenräumen der Mandelsteine findet man sehr häufig ganz poröse Quarzmassen, welche, nach Blum, von der Zersetzung von Chabasit, Stilbit und Laumontit

1) Jahrb. für Mineral. 1847. S. 220.

2) Jahresber. 1853. S. 818.

3) Haidinger und Blum a. a. O. S. 12. Sillem zweiter Nachtrag. S. 10.

4) Erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 11.

herrühren sollen. Die Chabasitkrystalle sind nicht selten mehr oder weniger angegriffen, manchmal ganz zerstört, und haben nur zerfressenen Quarz zurückgelassen. Weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob diese Quarzmassen wirklich Zersetzungsproducte der genannten Zeolithe sind.

Der Prehnit zeichnet sich darin aus, dafs er, wie wir gesehen haben, als Umwandlungsproduct von vier anderen Zeolithen (Laumontit, Leonhardit, Natrolith und Analcim) vorkommt. Der von Amelung[1]) untersuchte Prehnit aus dem *Gabbro* enthielt 1,03 % Natron. Sollte dieser vielleicht aus Analcim hervorgegangen sein?

Prehnit in Formen von Kalkspath. Ich besafs eine solche Verdrängungspseudomorphose, welche von Blum beschrieben wurde[2]). Sie war hohl und hatte sich daher durch Umhüllung gebildet. Die Prehnitsubstanz hatte sich im Innern der Kalkspathkrystalle selbst noch nach der Umhüllung angesetzt. Der Prehnit in einem mächtigen Gange bei *Niederscheld*[3]) brauste an verschiedenen Stellen mit Säuren. Ob der dadurch angezeigte kohlensaure Kalk ein Zersetzungsproduct des Prehnit, oder ein gleichzeitiger Absatz mit demselben sei, habe ich nicht ermitteln können. Die Verdrängung des kohlensauren Kalk durch ihn zeigt noch ein anderes Verhalten beider Substanzen zu einander.

Mesolith (Kalk- und Natronmesotyp). Nach Thomson[4]) hatte die innere harte und splitterige Masse des Mesotyp von *Giants-Causeway* die Zusammensetzung A, die äufsere weiche und zerreibliche Masse dagegen die Zusammensetzung B.

[1]) Rammelsberg Supplement II. S. 118.

[2]) Zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 98.

[3]) Ueberrascht wurde ich durch die so zahlreichen Prehnitgänge im Grünstein in den Umgebungen von *Dillenburg*.

[4]) Phil. Mag. 1840. Decemb. Neuere Analysen siehe Jahresber. 1853 S. 819.

	A.	B.
Kieselsäure	48,88	46,00
Thonerde	26,36	27,60
Kalkerde	7,64	15,20
Natron	4,20	—
Magnesia	2,46	—
Wasser	12,32	14,35
	101,86	103,15

Obgleich der nicht unbedeutende Ueberschufs die Genauigkeit dieser Analysen bezweifeln läfst: so ist doch so viel gewifs, dafs hier eine von aufsen nach innen fortschreitende Verdrängung des Natron durch Kalkerde stattgefunden hat. A ist für Mesolith, B für Skolezit (Kalkmesotyp), letzterer daher für ein Umwandlungsproduct des ersteren zu halten.

Fuchs[1]) bemerkt, dafs die Mesolithkrystalle aus *Tyrol* eingeknickt sind, und überhaupt das Ansehen haben, als seien sie sehr stark zusammengedrückt worden.

Chabasit. Nach einer Bemerkung von Rammelsberg[2]) könnte man Kalkchabasit (Chabasit) von Natronchabasit (Gmelinit) unterscheiden, obwohl auch der letztere immer noch neben vorwaltendem Natron, Kalkerde enthält. Da die Kieselsäure im Kalkchabasit variirt: so vermuthete Berzelius, dafs der höhere Gehalt von beigemengtem Quarz herrühre. Im Chabasit von *Aufsig*, welcher die geringste Menge Kieselsäure (47,4—48,4 %) enthält, fand Rammelsberg[3]) keinen Quarz, dagegen löste kohlensaure Natronauflösung 47,95 % von der Kieselsäure, welche durch Zersetzung des Chabasit aus *Neuschottland* mittelst Salzsäure erhalten wurde, auf und 8,04 % liefs sie ungelöst. Von diesem Umstande scheinen die Abweichungen in den Analysen herzurühren; manche von diesen mögen aber auch mit theilweise zersetzten Chabasiten unternommen worden sein. Suckow[4]) analysirte den un-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. XVIII. S. 17. — Es würde interessant sein, an Ort und Stelle zu untersuchen, ob diese eingeknickten Krystalle auf Spalten oder in Drusenräumen vorkommen, und ob das Nebengestein Merkmale einer Verschiebung oder eines Druckes zeigt.

[2]) Handwörterbuch. Abth. I. S. 150.

[3]) Ebend. S. 149.

[4]) Die Verwitterung im Mineralreiche. S. 148.

teren glänzenden und festen Theil eines Chabasitkrystalls (C) so wie den freistehenden verwitterten, mit Säuren brausenden Theil desselben Krystalls (D).

	C.	D.
Kieselsäure	48,40	47,29
Thonerde	19,13	19,16
Kalkerde	1,88	5,78
Kali	8,13	1,47
Natron	1,47	1,50
Kohlensäure	—	3,20
Wasser	21,01	21,00
	100,02	99,40

So auffallend diese Zersetzung erscheint: so findet sie doch ihre Analogie in der Zersetzung des Mesolith. Bei diesem wurde Natron, bei jenem der gröfste Theil des Kali durch Kalkerde verdrängt. Wenn aber letzteres so ist: so mufste die Aufnahme von Kohlensäure ein zweiter Zersetzungsprocefs gewesen sein, wodurch die aufgenommene Kalkerde in Carbonat umgewandelt wurde; denn dieses konnte das Kali nicht verdrängt haben. Man kann auch hier, wie in allen Fällen, in denen Alkalien durch Kalkerde verdrängt werden, nur an Gewässer denken, welche entweder schwefelsauren Kalk oder Chlorcalcium enthalten (Kap. I. No. 8).

Uebrigens ist zu bemerken, dafs keine einzige Analyse von Chabasit eine so bedeutende Menge von Alkalien im Verhältnifs zur Kalkerde angibt, wie C; in allen anderen Analysen überwiegt die Kalkerde bedeutend die Alkalien. Sollte vielleicht der von Suckow analysirte Chabasit Gmelinit gewesen sein? In diesem ist jedoch nicht Kali, sondern Natron gegen Kalk vorherrschend.

Daubrée[1]) untersuchte die Einwirkung, welche warmes, kieselsaures Alkali enthaltendes Wasser auf Gesteine ausüben kann. Wo das 40° bis 48° R. warme Wasser von Plombières über altes römisches Mauerwerk hinfliefst, welches aus Fragmenten von Ziegelsteinen und buntem Sandstein, mit Mörtel verbunden, besteht, sind der Kalk und die Ziegelsteine selbst theilweise umgewandelt,

[1]) Ann. des mines. T. XIII. p. 242.

und in den Höhlungen finden sich vorzugsweise Zeolithe auskrystallisirt: namentlich Chabasit (stets in den Höhlungen der Ziegelsteine) und Apophyllit (darin und in dem Kalk) kommen in deutlichen, durchsichtigen Krystallen vor; weniger sicher ist die Bildung von Skolezit, Harmotom und Gismondin. Die Höhlungen des Mauerwerks enthalten noch Hyalith und andere Varietäten von warzenförmigem Opal, Aragonit, Kalkspath neben dem Chabasit, kleine Flufsspathkrystalle, und da, wo der Strom des Thermalwassers am directesten auf das Mauerwerk einwirkt, ein eigenthümliches Mineral, den Plombierit, welches sich hier als eine gallertartige und warzige Masse abgesetzt hat, die an der Luft erhärtet, undurchsichtig und schneeweifs wird, und aus wasserhaltigem kieselsaurem Kalk besteht.

Nach späterer Mittheilung von Daubrée[1]) ist auch bei *Luxeuil* (Département *de Haute-Saône*) alter römischer Mörtel unter dem Einflufs des ihn stets durchsickernden Mineralwassers (dessen Temperatur nur 37° R. ist), metamorphosirt und in allen Poren mit weifsen, derben oder zuweilen fein krystallisirten Mineralien ausgekleidet worden (bestimmt erkennbar waren Chabasitkryställchen).

Es ist nicht anzunehmen, dafs nur warme Wasser solche Wirkungen ausüben können, wohl aber, dafs sie durch Wärme unterstützt in kürzeren Zeiträumen erfolgen werden, da in der Regel warme Wasser auflösender wirken als kalte. Diese Wirkungen würden vielleicht nicht wahrnehmbar gewesen sein, wenn die Quellen von *Plombières* oder *Luxeuil* kalte wären. Dafs die Entdeckungen Daubrée's einen nicht geringen Werth in Beziehung auf die Zeolithbildung überhaupt haben, ist selbstredend.

Quarz in Formen von Chabasit. Blum fand, nach brieflicher Mittheilung, im Achat von *Oberstein* Rhomboëder, welche er dem Chabasit zuschreiben zu können glaubt. Dieser Zeolith so wie der Laumontit (siehe oben S. 380) wurden also vom Quarz verdrängt und eingeschlossen.

Kalkharmotom. Die Analysen dieses Zeolith variiren sehr, welches theils von einer unvollkommenen Ab-

[1]) Bull. géol. T. XVIII. p. 108. Im Ausz. Jahresber. 1858. S. 754 ff. und 1860. S. 800 ff.

sonderung von begleitenden ähnlichen Mineralien, theils von schon begonnener Zersetzung herrührt. In einigen Kalkharmotomen fand man auch Spuren von Baryt.

Barytharmotom. Meist enthält auch dieser Harmotom geringe Mengen Kalkerde. Einer von diesen war mit 8,8 % kohlensaurem Kalk gemengt. Sollte dieser vielleicht ein Zersetzungsproduct sein? — Dies würde freilich eine solche Menge Kalksilicat voraussetzen, wie man sie in anderen Barytharmotomen nicht findet.

Apophyllit. Dieser Zeolith zeichnet sich durch seinen Fluorgehalt, der bis auf 1,54 % steigt, und wahrscheinlich an Calcium gebunden ist, aus. Es wurde schon angeführt, daſs er sich in Wasser auflöst, und daraus wieder krystallisirt (Bd. I. S. 217). Meine Vermuthung, daſs auch kaltes Wasser auflösend auf denselben einwirken werde, hat sich bestätigt; denn ich fand, daſs 1 Th. gepülverter Apophyllit sich in 28802 Th. destillirten Wassers auflöst. Diese Auflösung ist aber mit einer theilweisen Zersetzung verbunden; denn der Rückstand nach dem Abdampfen zerfloſs theilweise und reagirte alkalisch; es war daher das Kalisilicat in Kalicarbonat zersetzt worden. I. ist die Zusammensetzung des Rückstandes. II. nach Abzug der aufgenommenen Kohlensäure. III. die Zusammensetzung des Apophyllit.

	I.		II.	III.
Kieselsäure	19,17		19,17	19,17
Kohlensaure Kalkerde	24,16	Kalk	13,56	9,45
Kohlensaures Kali	20,42	Kali	13,92	1,92
Glühverlust	25,83		25,83	5,98 [1]
Organische Substanzen [2]	10,42			
	100,00			

Obgleich die Analyse des Rückstandes eine unvoll-

[1]) Auf Fluor wurde nicht geprüft.

[2]) Die groſse, wenn auch nur aus dem Verluste bestimmte Menge organischer Substanzen kann nicht befremden, da sie sich auch in der Analyse III zu erkennen gab, und da der mit Wasser behandelte Apophyllit bei weitem mehr betrug, als davon aufgelöst wurde. Das Wasser hatte daher wohl den gröſsten Theil der organischen Substanzen aus der ganzen Menge des angewendeten Zeolith ausgezogen.

kommene war, da er nur 2,4 Gran betrug: so geht doch aus der Vergleichung von II und III so viel hervor, dafs die Basen des Apophyllit durch die geringe Menge Kohlensäure im destillirten Wasser grofsentheils oder ganz in Carbonate umgewandelt, und dafs deren Basen, namentlich das Kali, in viel gröfserer Menge als die Kieselsäure aufgelöst wurden. Es ist daher zu erwarten, dafs dieser Zeolith durch Einwirkung grofser Quantitäten Wassers gänzlich zersetzt wird, und dafs die Basen mit einem Theile Kieselsäure aufgelöst werden, während ein anderer Theil der letzteren zurückbleibt. Eine fortgesetzte Einwirkung neuer Quantitäten Wassers löst aber auch diese Kieselsäure auf und der Zeolith verschwindet gänzlich.

Ob sich bei Wöhler's Versuch der Apophyllit ganz unzersetzt aufgelöst, oder ob auch hierbei eine theilweise Zersetzung stattgefunden habe, ist nicht zu entscheiden; denn es bleibt ungewifs, ob das angewendete Wasser völlig frei von Kohlensäure war, oder ob dieselbe, wenn vorhanden, aus dem sehr heifsen Wasser, ungeachtet des entgegenwirkenden Druckes von 10 bis 12 Atmosphären, ausgetrieben worden war. Eine Wiederholung dieses Versuchs und eine Prüfung des rückständigen Wassers, ob es alkalisch reagirt oder nicht, würde interessant sein. So viel steht jedoch fest, dafs Apophyllit aus seiner Lösung im Wasser, mag sie mit einer theilweisen Zersetzung desselben verknüpft sein oder nicht, wieder herauskrystallisiren kann.

Der Apophyllit verliert an der Luft einen Theil seines Wassers, ob alles ist noch nicht ermittelt. Er wird dadurch undurchsichtig, weifs und perlmutterglänzend; die Form erhält sich aber mehr oder weniger. Solche veränderte Apophyllite brausen mit Säuren; ein Theil ihres Kalksilicat wird daher durch Kohlensäure zersetzt [1]). Diese Zersetzung zeigte sich auch in dem vorhin angeführten Versuche.

Da die Meteorwasser gewifs nicht weniger, und die durch die Dammerde filtrirten Gewässer unzweifelhaft viel mehr Kohlensäure enthalten als das destillirte Wasser: so

[1]) Fuchs und Blum die Pseudomorphosen. S. 22.

wird es immer anschaulicher, dafs der geringe Kohlensäuregehalt jener Gewässer kein Hindernifs für die Erklärung grofsartiger Zersetzungsprocesse von Silicaten sein könne. Wir müfsten sogar bezweifeln, dafs im Mineralreiche jemals ein Silicat unzersetzt aufgelöst werden könnte, wenn nicht die Gewässer von ihrer Kohlensäure durch die in oberen Teufen stattfindenden Carbonatbildungen vollständig befreit und fähig würden, in unteren Teufen des Gebirgsgesteins blos auflösend zu wirken.

Ein zersetzter Apophyllit von der *Seifser Alp* brauste nicht im mindesten mit Salzsäure. Die Analyse gab folgende Resultate:

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	53,32	53,28	55,02	52,43
Thonerde und Eisenoxyd	1,29	2,23	—	—
Kalkerde	24,42	23,54	24,31	25,86
Kali	wurden nicht bestimmt	3,10	3,20	5,36
Natron		1,75	1,81	—
Fluor		0,023	0,02	—
Glühverlust	15,15	15,15	15,64	16,35
		99,073	100,00	100,00

I. und II. Zersetzte Apophyllite von der *Seifser Alp*. Der Verlust rührte von organischen Substanzen her; denn die Chlorüre waren ganz schwarz.

III. Die aus II berechnete Zusammensetzung, nach Abzug der Thonerde und des Eisenoxyd, als unwesentliche Bestandtheile.

IV. Theoretische Zusammensetzung.

Die Vergleichung von III mit IV zeigt, dafs mit der Zersetzung dieses Apophyllits eine theilweise Ausscheidung von Kalkerde und Wasser verknüpft war, wodurch die Kieselsäure relativ zugenommen hatte. Vergleicht man III mit allen bisherigen Analysen: so kommt man zu demselben Resultate; denn in keiner sinkt die Kalkerde und das Wasser so weit herab, als in III und in keiner steigt die Kieselsäure so hoch wie in III. Ohne allen Zweifel ist auch in diesem Apophyllit der fehlende Kalk von Kohlensäure ergriffen worden; die Gewässer hatten aber das Carbonat fortgeführt, während es in den von Fuchs untersuchten Apophylliten noch ganz oder theilweise zurückgeblieben war.

Dafs nach der Bildung von Kalkspath die des Apophyllit in manchen Fällen noch stattgefunden hatte, zeigt eine grofse Stufe von *Andreasberg* im British Museum (nach Mittheilung von Söchting). Es findet sich nämlich an einer Ecke ein grofser durchbrochener Kalkspathkrystall, auf und in welchem Apophyllitkrystalle sitzen. Auch an mehreren andern Orten findet sich der Apophyllit in Begleitung von Kalkspath.

Nach brieflicher Mittheilung von Blum (8. Juni 1858) fand Knop eine Pseudomorphose von Kalkspath nach Apophyllit. Die bekannten weifsen Apophyllitkrystalle von *Aufsig* sind nach ihm alle mehr oder weniger zu Kalkspath umgewandelt. Da aber dieser Procefs im Innern beginnt: so ist oft noch eine ganz feine Rinde von Apophyllit vorhanden, während im Innern die Veränderung schon stattgefunden hat.

In den bisherigen Analysen schwankt der Fluorgehalt zwischen 0,24 und 1,54 %. In keiner sinkt er daher so weit herab, als in III, welches zur Vermuthung berechtigt, dafs das Fluor bei Zersetzung der Apophyllite gröfstentheils fortgeführt wird.

Bemerkenswerth ist, dafs ein so geringer Verlust an Kalkerde und Wasser wie in den obigen Analysen schon eine so bedeutende Zersetzung veranlafst; denn die Apophyllite I und II waren ganz undurchsichtig und weifs, und obgleich sich ihre Form noch erhalten hatte: so waren doch Kanten und Ecken etwas abgestumpft.

Da keine unter den bisherigen Analysen Natron angibt: so schien es, dafs die Zersetzung der Apophyllite mit einer theilweisen Verdrängung des Kali durch Natron verknüpft sein möchte, welches gedacht werden könnte, wenn die Gewässer, welche die Zersetzung bewirkten, das in ihnen so gewöhnlich vorkommende Chlornatrium enthalten haben (Kap. I. No. 9).

Dies veranlafste mich, den schönen durchsichtigen Apophyllit von *Andreasberg* zu untersuchen.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	51,33	51,33	50,20
Thonerde und Eisenoxyd . .	1,71	—	—
Kalkerde	25,03	25,86	24,52
Magnesia	Spur	—	—
Kali	3,93	4,90	—
Natron	0,37	—	—
Fluor	—	1,28	1,09

I. Nach meiner Analyse. Wasser und Fluor konnten wegen Mangel an Material nicht bestimmt werden.

II. und III. Nach Rammelsberg [1]).

Also auch in diesem unveränderten Apophyllit wurde Natron gefunden. Die nahe Uebereinstimmung zwischen diesen drei Analysen spricht gleichfalls für seinen unveränderten Zustand und dafür, dafs der Apophyllit von *Andreasberg* sehr nahe gleiche Zusammensetzung hat; mithin wohl auch in II und III Natron enthalten war. Diesem gemäfs ist wohl zu erwarten, dafs in den meisten, wenn nicht in allen Apophylliten Natron gefunden werden möchte, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet wird. Eine Revision der Apophyllitanalysen ist daher wünschenswerth.

Chalcedon in Formen von Datolith. Diese Pseudomorphose von *Hay-Tor* in *Devonshire* [2]) enthält nach Wöhler [3]) 98,5 Kieselsäure. Man kann sie für eine Umwandlungspseudomorphose halten, da die borsaure Kalkerde von Gewässern mit Zurücklassung von Kieselsäure fortgeführt werden kann. Sollte der Chalcedon 38 % vom zersetzten Datolith betragen: so könnte er blos ein Ausscheidungsproduct sein. Sollte er mehr betragen: so müfste entweder die Kieselsäure der Gewässer gegen die Borsäure und die Kalkerde im Datolith ausgetauscht, oder der ganze Datolith würde durch Kieselsäure verdrängt worden sein. Sollte die Pseudomorphose damit begonnen haben, dafs der Kalk des Datolith zu Carbonat geworden wäre: so würde eine Verdrängung dieses kohlensauren Kalks durch Kieselsäure nicht zu bezweifeln sein.

[1]) Supplement II. S. 17.

[2]) A. Levy, Haidinger und Blum in des letzteren Pseudomorphosen. S. 56.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XII. S. 136.

Wir schliefsen dieses Kapitel mit einigen allgemeinen Bemerkungen. Während bei der Umwandlung des Eläolith in Natrolith Wasser aufgenommen wird, verschwindet dieses theilweise wieder bei der Umwandlung dieses Zeolith in Prehnit. Die Umwandlungen des Analcim, Laumontit, Leonhardit und Natrolith in Prehnit, so wie des Mesolith in Skolezit haben das mit einander gemein, dafs Kalkerde aufgenommen wird. Im Analcim, Natrolith und Mesolith wird das Natron, im Laumontit und Leonhardit wird ein Theil der Thonerde durch Kalkerde verdrängt. Bei den Umwandlungen des Analcim, Laumontit, Leonhardit und Prehnit wird ein Theil des Wassers ausgeschieden. Vorstehende Pseudomorphosen sind überaus merkwürdig, da sie zu den wenigen gehören, in denen die Kalkerde die verdrängende Substanz ist, während umgekehrt alle Mineralien, welche Kalksilicate enthalten, ihre Kalkerde theilweise oder ganz verlieren, wenn sie Umwandlungs- und Zersetzungsprocessen erliegen. Diese entgegengesetzten Processe zeigen auf eine auffallende Weise das merkwürdige Spiel der Affinitäten im Mineralreiche.

Bunsen[1]) stellte einen Versuch an, der nach seiner Ansicht das Räthsel der wasserhaltigen Silicatbildungen in plutonischen Gesteinen vollkommen zu lösen scheint. Wir verweisen aber defshalb auf unsere Einwendungen in der I. Aufl. Bd. II. S. 2150 ff.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIII. S. 236.

Kapitel XXVII.

Feldspathe.

In diesem Kapitel nehmen wir alle zum Feldspathgeschlechte gehörenden Mineralien auf.

Unter den am meisten verbreiteten Feldspathen findet sich der gröfste Kieselsäuregehalt = 69,09 % im Albit, im selten vorkommenden Petalit steigt er dagegen bis auf 79,12 %; der geringste Kieselsäuregehalt = 44,1 % findet sich im Anorthit. Die grofse Zahl von Analysen zeigen, dafs die Feldspathe sämmtlich Kali und Natron, aber in den verschiedensten Verhältnissen enthalten [1]). Das Maximum des Kali findet sich im Leucit und Orthoklas, das Maximum des Natron im Albit, Labrador und Ryakolith. Im Allgemeinen kann man annehmen, dafs die Feldspathe um so leichter in Kaolin und kaolinartige Substanzen zersetzt werden, je mehr Natron und Kalk überwiegt [2]). Kommt Albit mit Orthoklas vor: so ist es stets jener, welcher zuerst zersetzt wird [3]). Die unzersetzten Feldspathe enthalten kein chemisch gebundenes Wasser; je mehr sie aber in kaolinartige Substanzen übergehen, desto mehr enthalten sie davon. Der zunehmende Wassergehalt ist auch stets mit einer zunehmenden quantitativen Veränderung ihrer Bestandtheile verknüpft.

Der Feldspath der Granite ist meist zu trübe, um die Wasser- und Glasporen, welche sich in den Quarzen (Kap. XLI.) finden, zu zeigen; wo er durchscheinend genug ist, da gewahrt man ganz dieselben Porenarten darin [4]).

Vorkommen der Feldspathe im Allgemei-

[1]) Frühere Analysen, welche im Orthoklas nur Kali, im Albit nur Natron angeben, sind offenbar fehlerhaft.

[2]) Neuere Untersuchungen haben auch in mehreren Feldspathen Baryt nachgewiesen S. 212.

[3]) Mitscherlich Lehrbuch der Chemie. Bd. II. S. 158.

[4]) Nach Zirkel's Mittheilung.

nen. Kjerulf[1]) macht die richtige Bemerkung, dafs aus einer gegebenen Gesteinsmasse kein Feldspath krystallisirt, dessen Gehalt an Kieselsäure ein höherer ist als der Durchschnittsgehalt an Kieselsäure im Muttergesteine selbst. Diesem zufolge finden wir die Feldspathe von höherem Kieselsäuregehalt in kieselsäurereicheren, den von minderem in kieselsäureärmeren Gesteinen. So den Orthoklas und Albit in granitischen Gesteinen und Quarzporphyren, den Oligoklas neben Orthoklas in Syeniten, den Labrador in den Augitporphyren, den kieselsäureärmsten Feldspath, den Anorthit, in der alten Lava von *Hekla* bei *Thjorsà*, deren Kieselsäuregehalt nicht über 50 % steigt.

Wir fügen hinzu, dafs damit auch das Vorkommen des kieselsäurereichen glasigen Feldspath in den Trachyten, trachytischen Laven und Phonolithen, so wie des kieselsäureärmeren Leucit in den Laven des *Vesuv* übereinstimmt. Diesem Gesetz entsprechen auch die Orthoklase und Albite, welche schon an mehreren Orten im Thonschiefer gefunden worden sind.

Man mufs daher annehmen, dafs bei der Krystallisation der Feldspathe aus gegebenen Gesteinsmassen weder die Silicate von höherem Kieselsäuregehalt in Silicate von geringerem Kieselsäuregehalt und Kieselsäure, noch die Silicate von geringerem Kieselsäuregehalte in solche von höherem und noch geringeren Kieselsäuregehalte zerfallen, sondern dafs die Silicate, wie sie vorhanden sind, das Material zur Bildung der ihnen entsprechenden Feldspathe liefern.

A. Orthoklas, gemeiner Feldspath, Adular. Er wird weder vor noch nach dem Glühen von Säuren angegriffen, sofern er noch ganz unverändert ist.

Vorkommen. Unter den Feldspathen ist der Orthoklas am häufigsten verbreitet. Er kommt vor im Granit, Gneifs, Granulit, Syenit, Feldsteinporphyr u. s. w., theils in Krystallen, theils in der Grundmasse, theils auf Gängen und sogar in Drusenräumen. In sedimentären Schiefergesteinen, namentlich im Thonschiefer und in der Grauwacke bildet er einen wesentlichen Bestandtheil der

[1]) Das Christianiasilurbecken. 1855. S. 29.

Grundmasse; er findet sich aber darin auch manchmal krystallisirt. Wir kommen darauf in Bd. III. (Kap. Metamorphische Gesteine) wieder zurück, und werden dann zeigen, dafs der Feldspath in allen sedimentären Gesteinen eine metamorphische Bildung ist.

Zusammensetzung. Die früheren Analysen, welche kein Natron, sondern blos Kali nachweisen, wurden übergangen. Eine vollständige Aufzählung aller Analysen lag nicht in unserer Absicht. Wir beschränken uns auf die Sauerstoffquotienten (S. 290).

	S.-Q.
I. Adular von *St. Gotthardt.* Awdeëfs . .	0,331
II. Weifse oder grauweifse, durchscheinende Orthoklaskrystalle aus *Protogyn* in den Alpen. Delesse	0,331
III. Orthoklas aus dem tiefen Fürstenstollen bei *Freiberg.* Kersten	0,334
IV. Orthoklaskrystalle von *Baveno.* Abich . .	0,335
V. Grauer Orthoklas von *Quarryville* bei *Wilmington,* aus Granit. Boye und Booth . .	0,335
VI. Orthoklas von *Mulde* bei *Freiberg.* Moll unter Rammelsberg's Leitung	0,336
VII. Adular von *St. Gotthardt.* Abich . .	0,337
VIII. Sogenannter Perthit von *Bathurst* in *Canada.* Hunt	0,337
IX. Weifsigit in Drusenräumen von Mandelstein (Amygdalophyr) bei *Weifsig* zwischen *Dresden* und *Bauzen* (S. 367). Er enthält etwas Lithion	0,338
X. Amazonenstein, grüner Orthoklas aus *Sibirien,* enthält etwas Kupferoxyd. Abich . .	0,339
XI. Sogenannter Erythrit von den *Kilpatrik-Hügeln* bei *Glasgow.* Thomson . . .	0,341

I. Poggendorff's Ann. Bd. LII. S. 467.
II. Ann. de chim. et phys. Sér. III. Vol. XXV. p. 14.
III. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 172.
IV. Poggendorff's Ann. Bd. LI. S. 528.
V. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 331.
VI. Handwörterbuch der chem. Mineral. Supp. III. S. 69.
VII. A. a. O.
VIII. Philos. Mag. Ser. IV. Vol. I. p. 322.
X. Berg- und hüttenmänn. Zeitung. Jahrg. I. Stück 19.
XI. Phil. Mag. Ser. III. 1843. March. p. 188.

S.-Q.

XII. Orthoklas aus dem rothen, quarzführenden Porphyr von *Estérel*, Dép. *de Var-Diday* . 0,341

XIII. Feldspath von *Lough-Bray* (*Dublin*). Galbraith 0,342

XIV. Feldspath vom *Three-Rock-Berg* (*Dublin*). Derselbe 0,343

XV. Feldspath aus den Brüchen von *Dalkay* (*Dublin*). Derselbe 0,349

XVI. Feldspath von *Glenmacanafs* (*Wicklow*). Derselbe 0,349

XVII. Weifser Orthoklas von *Delaware*, aus Granitgängen. Boyé und Booth 0,349

XVIII. Blafs-grünlich-grauer Orthoklas von *Laurvig*, aus dem Zirkon-Syenit. C. G. Gmelin . 0,350

XIX. Orthoklas von *Schwarzbach* im *Riesengebirge*, in Drusen von Granit. Er kommt in grofsen schönen, auf dem Bruche röthlich weifsen Krystallen vor, welche auf der Oberfläche häufig einen Anflug von rothem Eisenoxyd haben und an den Seitenflächen mit durchsichtigen Albitkrystallen besetzt sind. Awdeëfs . . . 0,354

XX. Feldspath von *Lough-Dan* (*Wicklow*). Galbraith 0,353

XXI. Feldspath von *Glenmalur* (*Dublin*). Ders. . 0,353

XXII. Feldspath von *Gendalough* (*Wicklow*). Ders. 0,366

XXIII. Gelblichweifser Orthoklas von *Alabaschka*, in Drusen von Granit, oft in sehr grofsen Krystallen. Mafs 0,363

XXIV. Röthlicher Orthoklas aus dem Syenit der *Vogesen*. Delesse 0,364

XXV. Krystallisirter Orthoklas von *Bodenmais*. Kerndt 0,373

XII. Jahresb. 1852. S. 859.
XIII–XVI. Ebend. 1855. S. 942.
XVII. A. a. O.
XVIII. Poggendorff's Ann. Bd. LXXXI. S. 313.
XIX. A. a. O.
XX–XXII. Jahresber. 1855. S. 942.
XXIII. Poggendorff's Ann. Bd. LII. S. 467.
XXIV. Ann. des Mines. Sér. IV. T. XIII. p. 667.
XXV. Journ. für pract. Chemie. Bd. XLIII. S. 207.

S.-Q.

XXVI. Orthoklas von *Fredriksvaern* mit blauem Lichtschein strahlend, aus dem Zirkonsyenit, C. G. Gmelin 0,374

XXVII. Krystalle von fleischrothem, gewöhnlichem Feldspath, die sehr scharf von der Grundmasse geschieden sind. Auf der Spaltfläche haben sie noch ihren vollen Glanz und erscheinen deshalb noch sehr frisch, doch brausen sie mit Salzsäure, vorzugsweise aber an ihren Umrissen. Hier scheint sich also ganz besonders kohlensaurer Kalk abgesetzt zu haben. Nach Streng 0,387

XXVIII. Krystalle bis ½″ lang von oft zwillingsartig ausgebildetem Orthoklas von fleischrother Farbe; meist sind sie jedoch schon etwas durch Zersetzung zernagt und angefressen, so dafs sie zuweilen von kleinen Hohlräumen durchzogen werden, die den Blätterdurchgängen zu entsprechen scheinen. Auf diesen letzteren ist jedoch meist der Glasglanz noch ziemlich deutlich; da wo der Glanz völlig verschwunden ist, hat eine vollständige Zersetzung stattgefunden, und die Masse ist dann weich geworden. Nach demselben 0,375

XXIX. Schwachglasglänzende, weifse Orthoklaskrystalle. Nach demselben 0,482

Dieser, das normale Verhältnifs so sehr übersteigende Sauerstoffquotient läfst auf eine bedeutende Zersetzung schliefsen. Darauf deutet auch der bedeutende Kalkgehalt von 10,09 % und der Glühverlust von 8,91 % hin. Ob der Feldspath mit Säuren braust und ob der Glühverlust vielleicht zum Theil von Kohlensäure herrührt, ist nicht angegeben. Es lassen sich daher keine Schlüsse auf den Gang der Zersetzung ziehen.

XXX. Feldspathkrystalle eines blafs-bräunlich-gel-

XXVI. A. a. O. S. 314.
XXVII—XXIX. Jahrb. für Mineral. 1860. S. 151, 153, 269.
XXX. Jahresber. 1857. S. 669.

S.-Q.

ben Feldspathgesteins von *Richelieu* in *Canada*. T. S. Hunt 0,324

XXXI. Fleischrother Orthoklas auf Zinnerzgängen bei *Marienberg*. Kroener 0,318

XXXII. Orthoklaskrystalle aus dem Porphyr des *Quenberg* am *Harz*, welche durch Verwitterung schon angegriffen und ziemlich weich sind. Rammelsberg 0,310

Die Sauerstoffquotienten in I bis VIII kommen dem = 0,333 so nahe und selbst die in IX bis XVII entfernen sich so wenig davon, dafs man diesen als den normalen annehmen kann [1]). Von da an wachsen sie aber merklich und erreichen in XXIX ihr Maximum. Alle Orthoklase, in denen die Sauerstoffquotienten über den normalen steigen, haben daher schon mehr oder weniger von ihrer Kieselsäure verloren und sind in der Umwandlung in Kaolin begriffen. In dem unten angeführten zersetzten Feldspath von *Carlsbad* (VI) steigt der Sauerstoffquotient bis auf 0,554, und im vollendeten Kaolin bis auf 0,75. In XXX bis XXXII sinken die Sauerstoffquotienten unter den normalen; diese Orthoklase haben etwas von ihren Basen verloren; in ihnen nimmt daher die Zersetzung die umgekehrte Richtung. In XXXII kann es gar nicht zweifelhaft sein, da dieser Orthoklas schon angegriffen ist. In dem unten angeführten verwitterten Feldspath von *Geising* (IV) sinkt der Sauerstoffquotient bis auf 0,263. Da die Zahl der Analysen mit erhöhten Sauerstoffquotienten viel gröfser ist als die der Analysen mit erniedrigten Sauerstoffquotienten: so erscheint es unzweifelhaft, dafs die Orthoklase der Zersetzung mit Verlust an Kieselsäure viel häufiger als mit Verlust an Basen unterworfen sind.

In Betreff der Umwandlung des Orthoklas verweisen wir auf das unten folgende.

XXXI. Poggendorff's Ann. Bd. LXVII. S. 421.

XXXII. Handwörterbuch. Suppl. IV. S. 70.

[1]) Man ist berechtigt, die Existenz von Thonerdetrisilicat im Orthoklas u. s. w. anzunehmen, da sein Sauerstoffquotient = 0,33 ist. Man sollte erwarten, Kaoline, welche von zersetztem Orthoklas herrühren, zu finden, welche Thonerdetrisilicate enthalten; dies ist aber nicht der Fall.

Procentische Zusammensetzung normaler und veränderter Orthoklase, ausgewählt aus vorstehenden Analysen.

	II.	III.	IV.	XVIII.	XXVI.	XXXII.
Kieselsäure .	66,48	65,52	65,72	65,90	65,18	66,26
Thonerde . .	19,06	17,61	18,57	19,46	19,99	16,98
Eisenoxyd . .	—	0,80	—	0,44	0,63	0,31
Kalkerde . .	0,63	0,94	0,34	0,27	0,48	0,43
Magnesia . .	—	—	0,10	—	—	0,11
Kali	10,52	12,98	14,02	6,55	7,03	14,42
Natron . . .	2,30	1,70	1,25	6,14	7,08	0,20
Glühverlust .	—	—	—	0,12	0,38	1,29
	98,99	99,55	100,00	98,88	100,77	100,00
Sauerstoffquotient	0,331	0,334	0,335	0,350	0,374	0,310

Man sieht, wie die höchsten Sauerstoffquotienten und der niedrigste mit einem Wassergehalte verknüpft sind, welcher die schon eingetretene Zersetzung anzeigt. In XVIII und XXVI zeigt sich eine Zunahme, in XXXII eine Abnahme der Thonerde, während in letzterem die Alkalien nicht vermindert erscheinen. Offenbar ist daher aus XXXII etwas Thonerde fortgeführt worden, welches dem entspricht, dafs dieser Orthoklas eine der Umwandlung in Kaolin entgegengesetzte Richtung genommen hat. Bemerkenswerth ist, dafs in XXVI mit dem höchsten Natrongehalte der höchste Sauerstoffquotient verknüpft ist.

Bildung. Die Möglichkeit einer plutonischen Bildung des Orthoklas an Orten, wo derselbe von anderen Mineralien oder Substanzen begleitet ist, welche nur auf nassem Wege entstanden sein können, namentlich wenn letztere ältere Bildungen als der Feldspath sind, ist gänzlich ausgeschlossen.

Hausmann[1]) fand auf einem Erzgange bei *Kongsberg* (Grube *Herzog Ulrich*) Adularkrystalle mit Bergkrystall, Bitterspath und Eisenkies. Ich sah im Mineralienkabinet zu *Berlin* eine Stufe von *Kongsberg*, in welcher gleichfalls Adular mit Bergkrystall und Bitterspath vorkommt, und eine andere Stufe aus einem Erzgange bei *Schemnitz* in *Ungarn*, die Feldspathkrystalle enthält.

[1]) Reise durch *Skandinavien*. Bd. II. S. 22 und dessen Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde. Hausmann war so gütig mir hierüber schriftliche Auskunft zu ertheilen. Vrgl. auch I. Aufl. Bd. II. S. 330.

Wiser[1]) beschreibt zwei Gangstücke von *Schemnitz* in *Ungarn*, welche krystallisirten Adular enthalten. In dem einen scheint ein Theil des Eisenkieses und der Quarz zuerst, später der Feldspath und die Kupferkieskrystalle, in dem andern Feldspath und Quarz zuerst, dann Braunspath und Zinkblende und zuletzt Gold und Eisenkies gebildet worden zu sein. Glocker[2]) führt an das Vorkommen von Bleiglanz im blauen Stollen bei *Zuckmantel*, der von gemeinem Quarz, kleinblätterigem weifsen Kalkspath und weifsem gemeinem Feldspath durchzogen ist. Wir sehen also Feldspath im Wechsel mit entschieden neptunischen Bildungen,. und in ersterem Gangstücke sogar als eine spätere Bildung als Eisenkies.

Nach Foster und Whitney[3]) kommt Orthoklas in den *Copper-Falls* Gruben (*Lake superior*) in Adern zusammen mit Kalkspath und gediegenem Kupfer vor. Der Feldspath ist offenbar späterer Bildung als Kupfer und Kalkspath, und mufs hier, wie diese Naturforscher bemerken, unzweifelhaft als eine Bildung auf nassem Wege betrachtet werden.

Diejenigen Geologen (und deren Zahl ist nicht gering), welche durch die in der I. Auflage meines Werkes beigebrachten Beweise für die Bildung der Erze auf nassem Wege überzeugt worden sind, müssen consequenter Weise auch die Bildung des die Erze begleitenden Feldspath für eine solche halten.

Naumann[4]) fand in dem Sandstein von *Oberwiesa*, der von zahlreichen Bergkrystalltrümmern durchzogen ist, zum Theil schöne Drusen von krystallisirtem Feldspath.

Nach gefälliger brieflicher Mittheilung von meinem Freunde Blum (vom 6. Juli 1850) zeigt sich ein ähnliches Vorkommen in dem Sandstein von *Chessy* bei *Lyon*. Dieser Sandstein, in welchem sich die bekannten Kupfererze finden, enthält recht schöne und deutliche 3 bis 4 Linien grofse Krystalle von Feldspath. Dieselben sind

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1850. S. 429.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXVIII. S. 601.

[3]) Report on the Geology of the Lake superior land district. Vol. II. p. 102.

[4]) Erläuterungen u. s. w. Bd. II. S. 39 Anm.

meist durch eine grüne Farbe, ähnlich dem Amazonenstein, ausgezeichnet, welche von Malachit herrührt. Die Färbung ist nicht oberflächlich, sondern zieht sich durch die ganze Masse hindurch. Bruchstücke brausen stark mit Säuren.

Die Adulare vom *St. Gotthardt* und die Perikline aus *Tyrol* sind sehr häufig mit Chlorit überzogen (nach Blum) und imprägnirt. Der wasserfreie Feldspath kann daher nur wie der wasserhaltige Chlorit eine Bildung auf nassem Wege sein.

In zahllosen kleinen Drusenräumen eines Gesteins vom *St. Gotthardt*, welches vorherrschend aus kleinen Körnern von Quarz und Albit besteht, fand Otto Volger[1]) meist klare Adularkrystalle von 1/4 bis 1/2 Linie Durchmesser, zum Theil auch Quarzkrystalle, und hier und da zwischen den Adularkrystallen Kalkspathkrystalle von kaum 1 Lin. Länge. Die Vergleichung der unregelmäfsigen, sehr alterirten Feldspathkörner des Gesteins mit den wohl ausgebildeten Adularkrystallen in den Drusenräumen macht es unzweifelhaft, dafs letztere von neuerer Bildung als erstere sind. Wahrscheinlich sind die Adulare aus Gewässern entstanden, welche das Material hierzu aus Feldspathkörnern extrahirt und in die Drusenräume geführt haben.

Die erwähnten Kalkspathkrystalle sitzen, so weit die Beobachtung reicht, nirgends auf den Adularen, aber eben so wenig auch letztere auf ersteren. G. Rose[2]) fand dagegen auf einer Stufe vom *St. Gotthardt* einen schönen Adularkrystall ganz frei auf krystallisirtem Kalkspath aufsitzend. Durch diese Beobachtung wird Volger's Vermuthung, dafs die Adularkrystalle jüngere Bildungen als die Kalkspathkrystalle sein mögen, bestätigt. Eine andere von Volger beschriebene Stufe vom *St. Gotthardt*, in welcher Chlorit und Kalkspath von Adular eingeschlossen werden, und worauf wir im Kap. vom Chlorit

[1]) Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien. 1854. S. 127. 543. Volger hat, geleitet durch meine Untersuchungen und Ansichten in der I. Aufl., die chemische Geologie mit vielen neuen Thatsachen bereichert.

[2]) Nach gefälliger brieflicher Mittheilung.

zurückkommen werden, zeigt dieselbe Bildungsfolge. Da es, wie er richtig bemerkt, Wasser war, welches den Kalkspath corodirte und fortführte: so mufs es auch Wasser gewesen sein, welches den Adular abgesetzt hatte.

Im Dolomit bei *East Bradford, Chester County* in *Pennsylvanien* kommt ein Feldspath (Chesterlit) vor, der nach zwei Analysen von J. Lawrence, Smith und J. Brush[1]) nichts anderes als Orthoklas ist. Diejenigen Geologen, welche den Dolomit für einen auf plutonischem Wege metamorphosirten Kalkstein halten, werden nicht anstehen, diesem Orthoklas denselben Ursprung zuzuschreiben. Dagegen ist aber zu bemerken, dafs nach Berthier[2]) $^2/_3$ des Kali in Orthoklas ausgeschieden werden, wenn letzterer mit gleicher Menge kohlensauren Kalk geschmolzen wird. Das Vorkommen des Orthoklas in Dolomit zeigt also viel mehr, dafs letzterer keiner hohen Hitze ausgesetzt gewesen sein konnte. Uebrigens werden wir später sehen, dafs dieses Gestein nichts weniger als ein durch Hitze metamorphosirter Kalkstein sein kann.

Olligschläger fand am *Steimel* bei *Schameder* in der Gegend der *Lenne* in einem schiefrigen Feldspathporphyr, welcher sehr viele grofse weifse Feldspathkrystalle enthält, das Schwanzschild eines Homolonotus, welches $2^3/_4$ Zoll breit, $2^1/_2$ Z. lang und mit 11 gewölbten Rippen bedeckt ist. Von Dechen, dem wir diese Mittheilung verdanken[3]), schliefst ganz richtig, dafs der Porphyr, in welchem diese Versteinerung gefunden wurde, nicht mit einer hohen Temperatur aus der Tiefe der Erde

[1]) Sillim. und Dana's amer. Journ. Ser. II. Vol. XVI. p. 41 seq. Diese beiden Chemiker fanden 13,86 bis 14,18 % Kali und 1,64 bis 1,75 % Natron. In Dana's Mineral. S. 678 wird der Chesterlit als ein Feldspath von der Form des Albit mit etwas abweichenden, aber nicht genau mefsbaren Winkeln angeführt, welcher nach Erni 2,84 % Kali und 10,41 % Natron enthält, und daher wirklich Albit zu sein scheint, obgleich der geringe Kieselsäuregehalt von 65,58 % damit nicht übereinstimmt. Entweder ist diese Analyse fehlerhaft, oder es kommen in jenem Dolomit Orthoklase und Albite gleichzeitig vor, oder der von Erni analysirte Chesterlit ist ein Gemeng aus beiden Feldspathen.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. VI. S. 106.

[3]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 367.

gekommen und auf der Oberfläche erstarrt sein konnte; denn eine solche Ansicht würde sich durchaus nicht mit der Gegenwart eines organischen Körpers vertragen. Grandjean[1]) fand in Höhlungen, welche durch Fortführung des kohlensauren Kalk aus Versteinerungen in der Grauwacke bei *Lahnstein* entstanden sind, kleine weifse Krystalle, welche er nach ihren physikalischen Eigenschaften für Orthoklas hält.

Die angeführten Thatsachen und nicht minder die S. 368 u. 378 angeführten Orthoklase in Formen von Zeolithen zeigen unwiderleglich die Bildung dieser Feldspathe auf nassem Wege. Ob Feldspathe irgendwo unter Umständen vorkommen, welche diese Bildung nicht zulassen, ist sehr wenig wahrscheinlich; es mufs jedoch weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. In den Laven hat man bis jetzt noch keinen Orthoklas gefunden.

Die Möglichkeit einer Bildung dieses Feldspath auf feuerflüssigem Wege im Mineralreiche kann man indefs nicht in Zweifel ziehen; denn in einem Kupferschmelzofen zu *Sangerhausen* fand man nach dem Erkalten desselben an den innern Wänden violblaue Krystalle, welche die Krystallform des Orthoklas hatten. Nach Heine[2]) bestanden sie aus:

Kieselsäure	65,95
Thonerde	18,50
Kali, vielleicht mit etwas Natron	10,47
Kalk	4,28
Eisenoxyd	0,69
Kupferoxyd	0,13
Spuren von Zink, Mangan und Kobalt	—
	100,02
Sauerstoffquotient	0,346

Diese Krystalle haben daher, aufser einigen zufälligen Bestandtheilen, wodurch sie gefärbt wurden, eine ganz ähnliche Zusammensetzung wie der Orthoklas; nur mit dem Unterschiede, dafs in ihnen etwas Kali durch Kalk ersetzt ist. Die Kupfererze, welche zu *Sangerhausen*

[1]) A. a. O.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXIV. S. 542.

mit Holzkohlen verschmolzen werden, sind reich an kohlensaurem Kalk; einige enthalten aber auch Thonerde und Kieselsäure. Jedenfalls ist der Kalk im Verhältnisse zum Kali, welches wahrscheinlich nur von der Asche der Holzkohlen herrührt, im grofsen Ueberschusse vorhanden. Da diese künstlichen Orthoklase eine gröfsere Menge Kalk enthalten[1]), als man bisher in den natürlichen gefunden hat: so mag dies davon herrühren, dafs es an der nöthigen Menge Kali zur Bildung normaler Orthoklase gefehlt habe. Da aber nach dem vorhin angeführten Versuche Berthier's kohlensaurer Kalk aus dem Orthoklas einen Theil des Kali in der Schmelzhitze austreibt: so ist es sehr wahrscheinlich, dafs dies auch bei der Bildung der künstlichen Orthoklase geschehen war. Mag der eine oder der andere Fall stattgefunden haben, so viel scheint aus vorstehender Analyse hervorzugehen, dafs bei Gegenwart von kohlensaurem Kalk nur ein kalkreicher Orthoklas auf feuerflüssigem Wege entstehen kann. Es rechtfertigt sich also das, was wir S. 401 in Beziehung auf die plutonische Bildung des Orthoklas aus dem Dolomit, welcher nach Smith und Brush nur 0,56 bis 0,65 % Kalk enthielt, bemerkt haben. Es ist daher nicht zu vermuthen, dafs Orthoklase, welche im Mineralreiche mit kohlensaurem Kalk vorkommen, wie z. B. die vorhin angeführten Adulare vom *St. Gotthardt*, auf feuerflüssigem Wege gebildet worden sind.

Hausmann junior[2]) fand in einem Eisenhochofen bei *Stollberg* am *Harz* 5 Fufs 8 Zoll über dem Bodenstein in kleinen Höhlungen des Gemäuer sehr gut ausgebildete Feldspathkrystalle, welche bis auf ihre Gröfse mit dem Adular vom *St. Gotthardt* übereinstimmten. Eine chemische Analyse derselben liegt nicht vor; es ist daher nicht bekannt, ob auch diese einen beträchtlichen Kalkgehalt besitzen.

Später beschrieb Hausmann eine in dünnen nicht näher bestimmbaren, jedoch dem Anschein nach rechtwinklich spaltbaren, weifsen, stark glasglänzenden Prismen kry-

[1]) Nach Heine scheint die Menge der Kalkerde nicht in allen Krystallen gleich zu sein, und mit Zunahme des Kalk nimmt das Kali ab.

[2]) Beiträge zur metallurgischen Krystallkunde. 1850. S. 44.

stallisirte Schlacke von dem Eisenhochofen zu *Veckerhagen* in *Kurhessen.* Nach Wicke hat sie die Zusammensetzung eines Orthoklas, in welchem das Kali durch Kalk, der 21 % beträgt, ersetzt wäre. Dies rechtfertigt meine im Vorhergehenden enthaltenen Bemerkungen.

Prechtl[1]) fand in einem klargeschmolzenen Glassatz von $1\frac{1}{2}$ Ctr. Gewicht, dem man eine bedeutende Quantität Feldspath zugesetzt hatte, nach dem Erkalten einen Theil dieses Minerals in blätterigen Massen und einigen grofsen deutlichen Krystallen wieder ausgeschieden.

Umwandlung einer Feldspathspecies in eine andere, oder Zersetzung einer Feldspathspecies in zwei verschiedene. Die Orthoklaskrystalle in den Drusenräumen des Granit vom *Riesengebirge* sind gewöhnlich mit kleinen durchsichtigen Albitkrystallen besetzt, welche vorzugsweise auf gewissen Flächen sitzen, während andere davon ganz oder gröfstentheils frei sind. Nach G. Rose[2]) finden sich aber auf der ganz rauhen und zerfressenen Oberfläche der in Glimmer umgewandelten Orthoklase von *Lomnitz* ebenso durchsichtige Albitkrystalle. Auch auf unebenen Flächen, welche aussehen wie die durch Sprünge und Risse verursachten Flächen, kommen solche Albitkrystalle vor. Offenbar mufsten erstere erst gebildet und dann geborsten sein, ehe letztere auf die dadurch entstandenen Bruchflächen abgesetzt werden konnten.

Ferner sind die Orthoklaskrystalle sehr häufig ganz oder theilweise mit einem dünnen Ueberzuge von erdigem rothen Eisenoxyd bedeckt, der oft dicker wird und dann gewöhnlich als feinschuppiger Eisenglanz erscheint. Auf diesem Ueberzuge kommen die Albitkrystalle gleichfalls nicht selten vor, und namentlich da, wo der Orthoklas mit den genannten unregelmäfsigen Bruchflächen begränzt ist. Hier sind oft die Albitkrystalle noch mit Eisenoxyd gemengt und dadurch roth gefärbt. Salzsäure löset das unter den Albiten befindliche Eisenoxyd auf.

Da sich das Eisenoxyd zwischen dem Orthoklas und

[1]) Wien. Akad. Ber. Bd. II. S. 230.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXX. S. 123.

dem Albit befindet: so können die beiden letzteren nicht unmittelbar nach einander gebildet worden sein. Wenn nun, schliefst G. Rose, dieses Eisenoxyd gemäfs meiner Untersuchungen ein Zersetzungsproduct und eine Bildung auf nassem Wege ist: so kann dasselbe auch von den Albiten angenommen werden. Daher scheint der Feldspath ursprünglich ein inniges Gemeng von Orthoklas und Albit gewesen zu sein, aus welchem letzterer allmälig von Gewässern ausgezogen und auf der Oberfläche wieder abgesetzt worden war. Dafs diese Extraction noch nicht vollständig von Statten gegangen ist, beweiset die Analyse des Orthoklas von *Schwarzbach* (S. 395. No. XIV), in welchem die bedeutende Menge von 5,06 % Natron enthalten war, obwohl G. Rose in dem zu der Analyse verwendeten Mineral keinen sichtbaren Albit wahrnehmen konnte. Auch der hohe Kieselsäuregehalt von 67,2 %, welcher 2 % gröfser als im Orthoklas und 2 % kleiner als im Albit ist, spricht für ein Gemeng aus Orthoklas und Albit.

Volger[1]) beschreibt Orthoklase von *Baveno*, welche auf allen Flächen mit einer Albitrinde belegt sind. Die Orthoklase sind in einem sehr alterirten Zustande, auf manchen Flächen ganz zerfressen: der Albit dagegen völlig frisch und offenbar neu gebildet.

Orthoklase von so bedeutendem Natrongehalte wie XVIII. XXVI. S. 398 liefern Material genug zur Bildung von Albit, wenn sie der Zersetzung unterliegen, und eben dieser hohe Natrongehalt macht sie sehr geneigt dazu.

Wiser[2]) beschreibt eine Stufe, welche Epidot mit Adular, Apatit, Chlorit, Glimmer und weifsen kleinen Albitkrystallen (?) enthält, und worin die Adularkrystalle aus einem graulichweifsen, durchsichtigen Kern und aus einer dünnen gelblichweifsen, kaum durchscheinenden Rinde bestehen, während die Epidote, Apatite, besonders aber die fraglichen Albitkrystalle ganz frisch sind. Zu-

[1]) A. a. O. S. 213.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1844. S. 156 und Volger a. a. O. S. 192.

weilen sind die Adularkrystalle ganz hohl. Nach Volger finden sich auf einer Kluftfläche dieser Stufe dieselben Mineralien in ausgebildeten Krystallen, unter welchen die Adularkrystalle auf den Prismenflächen eine schmutzig gelblichweifse, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Millimeter dicke Rinde und einen zerfressenen glashellen Kern besitzen. Milchweifse, glasglänzende Albitkrystalle, $\frac{1}{4}$ bis 3 Millimeter grofs, sind über die ganze Kluftfläche zerstreut. Ueberall finden sich Partieen desselben Adular, welcher den Kern der Hendyoeder in der Kluftfläche bildet, und an einigen Stellen verlieren sie sich in den Rest eines Hendyoeders. Sie sind von einer weifsen feinkörnigen Feldspathmasse umgeben, in welche sie unregelmäfsig übergehen.

Auf einer zweiten Stufe von der Südseite des *St. Gotthardt* in Wiser's Sammlung [1]) sind die Adularhendyoeder theils porös, theils so vollkommen hohl, dafs sie nur ziemlich dünne Gehäuse darstellen, welche durch Zerstörung der Hendyoeder - Endfläche ganz offen sind. Vom Adular ist keine Spur mehr vorhanden; die hohlen Krystalle, welche mit den Rinden der Adularkrystalle auf der ersten Stufe vollkommen übereinstimmen, aber hier rein milchweifs sind, bestehen aus reinem Tetartin (Albit) und zahllosen ganz kleinen Tetartinkrystallen. Die Hauptmasse der ganzen Stufe ist in der That nichts anderes als ein körniges Tetartingestein, welches mit den Hendyoedergehäusen innig verknüpft ist.

Beide Stufen stammen unzweifelhaft aus derselben Lagerstätte ab; es ist nur der Unterschied, dafs die Umwandlungsprocesse in der ersten nicht so weit fortgeschritten als in der zweiten, oder vielmehr in dieser schon vollendet waren. Eine dritte und vierte Stufe gleichfalls vom *St. Gotthardt* zeigen ähnliche Verhältnisse [2]).

Dafs solche Umwandlungsprocesse nicht blos auf den *St. Gotthardt* beschränkt sind, zeigt eine fünfte Stufe in Wiser's Sammlung, welche auf Glimmerschiefer von *Peccia* im *Maggiathal* gefunden wurde [3]). Diese Stufe,

[1]) A. a. O. S. 199.
[2]) A. a. O. S. 203.
[3]) A. a. O. S. 206.

welche von der vorigen bedeutend abweicht, besteht aus einer sehr feinkörnigen Feldspathgrundmasse, in welcher mit der Lupe glashelle und halbklare und trübe weifse Körnchen zu unterscheiden sind. Volger vermuthet, dafs erstere Adular, letztere Tetartin seien. Auf einer Drusenfläche finden sich nämlich Adularkrystalle, welche noch nicht völlig zersetzt sind, die meisten sind aber vollständig und alle theilweise in Tetartin umgewandelt. Im Innern einiger Krystalle, welche bis zu einer gewissen Tiefe umgewandelt sind, finden sich Gemenge aus milchweifsen porösen Tetartin-Aggregaten und noch halbklare Adularkörner.

Nachstehende Analysen gewähren eine Einsicht in die chemischen Verhältnisse der auf dem *St. Gotthardt* von Statten gegangenen Umwandlungsprocesse. VII und I sind die Kap. XXIX. unter gleichen Nummern angeführten Analysen des Adular vom *St. Gotthardt.* XVIII ist die Analyse des krystallisirten Periklin (Albit) nach Thaulow [1]) und X die unten (Albit) unter gleicher Nummer angeführte Analyse des Albit; beide vom *St. Gotthardt.*

	VII.	I.	XVIII.	X.
Kieselsäure . . .	65,69	65,75	69,00	67,39
Thonerde	17,97	18,28	19,43	19,24
Kalkerde	1,34	Spur	0;20	0,31
Magnesia	—	Spur	—	0,61
Kali	13,99	14,17	—	6,77
Natron	1,01	1,44	11,47	6,23
	100,00	99,64	100,10	100,55
Sauerstoffquotient .	0,337	0,331	0,336	0,346

In den Analysen VII und XVIII wurde die gröfste Sorgfalt auf die Scheidung des Kali vom Natron angewandt; von der Analyse I und X ist dies nicht weniger zu erwarten, da sie unter Leitung von H. Rose angestellt wurden.

Die Adulare VII und I zeichnen sich durch einen sehr geringen Natrongehalt aus, und der Albit XVIII ist ganz frei von Kali.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XLII. S. 574.

Sehr abweichend von XVIII ist der Albit X, in welchem sogar der Gehalt an Kali den des Natron noch etwas übertrifft. Bei Mittheilung dieser Analyse wird auch bemerkt, daſs dieses Mineral wahrscheinlich ein Gemeng von Albit und Orthoklas ist, zumal da auch nicht überall die einspringenden Winkel auf den Spaltungsflächen erkannt werden konnten. XVIII ist dagegen Albit in seiner reinsten Zusammensetzung. Dafür spricht auch, daſs dieser deutlich krystallisirt, aber weiſs und körnig, mithin so beschaffen ist, wie Volger die Uebergänge des Adular in Albit beschreibt[1]).

Vorausgesetzt, daſs X aus einem Adular von der Zusammensetzung VII und aus einem Albit von der Zusammensetzung XVIII besteht, so ergibt sich approximativ, daſs X 54 % Adular und 46 % Albit enthält. Berechnet man danach die Zusammensetzung von X, so erhält man folgende Resultate:

	(54 %)		(46 %)		X.
Kieselsäure . .	35,47	+	31,74	=	67,21
Thonerde . . .	9,70	+	8,94	=	18,64
Kalk	0,72	+	0,09	=	0,81
Kali	7,55		—	=	7,55
Natron	0,55	+	5,28	=	5,83
	53,99	+	46,05	=	100,04

Gründet man die Calculation auf die Zusammensezzung von I: so ergibt sich approximativ, daſs X 54,7 % Adular und 45,3 % Albit enthält, und man erhält folgende Resultate:

	(54,7 %)		(45,3 %)		X.
Kieselsäure . .	35,97	+	31,26	=	67,23
Thonerde . . .	10,00	+	8,80	=	18,80
Kalk	—		0,09	=	0,09
Kali	7,75		—	=	7,75
Natron	0,79	+	5,20	=	5,99
	54,51	+	45,35	=	99,86

Beide Calculationen liefern eine Zusammensetzung,

[1]) Es würde sehr interessant sein, wenn von den Albitkörnern in den Stufen vom *St. Gotthardt* eine hinreichende Menge gesammelt werden könnte, um durch die chemische Analyse zu entscheiden, ob auch diese so reich an Kali sind wie X.

welche so nahe mit der gefundenen übereinstimmt, dafs die obigen Voraussetzungen als völlig begründet erscheinen.

Vorausgesetzt, dafs die hohlen Adularkrystalle, welche vollständig in Tetartin umgewandelt wurden, die Zusammensetzung von VII oder I gehabt hatten, und dafs letzterer wie XVIII zusammengesetzt war: so hätte die ganze Menge des Kali mit so viel Kieselsäure Thonerde und Kalk fortgeführt werden müssen, als erforderlich gewesen wäre, um einen Rückstand von der Zusammensezzung XVIII zu geben. Auf diese Voraussetzungen ist die folgende Rechnung gegründet.

	VII.		A.		B.	C.
Kieselsäure . . .	65,69	—	6,07	=	59,62	65,38
Thonerde	17,97	—	1,71	=	16,26	17,83
Kalk	1,34	—	0,02	=	1,32	1,45
Kali	13,99	—	0,00	=	13,99	15,34
Natron	1,01	—	1,01	=	0,00	—
	100,00	—	8,81	=	91,19	100,00

VII. Zusammensetzung des Adular VII. A der Rückstand von der Zusammensetzung des Albit XVIII, nachdem die Feldspathsubstanz B fortgeführt worden war, C die Zusammensetzung von B nach Procenten.

Gründet man die Calculation auf den Adular I: so ergeben sich folgende Resultate:

	I.		A.		B.	C.
Kieselsäure	65,75	—	8,66	=	57,09	65,54
Thonerde	18,28	—	2,44	=	15,84	18,19
Kalk	Spur	—	0,03	=	—0,03	—
Kali	14,17	—	0,00	=	14,17	16,27
Natron	1,44	—	1,44	=	0,00	—
	99,64	—	12,57	=	87,13	100,00

I. Zusammensetzung des Adular I. Die Buchstaben bezeichnen dasselbe wie in der vorhergehenden Calculation.

In beiden Calculationen stimmt C so sehr nahe mit der theoretischen Zusammensetzung des Orthoklas überein, dafs man sich ohne alle Schwierigkeit eine Zersetzung der Adulare in einen natronfreien Orthoklas und in einen kalifreien Albit denken kann. Jener, welcher durch Gewässer fortgeführt wird, beträgt entweder 91,19 oder

87,13 %, dieser welcher zurückbleibt, beträgt entweder 8,81 oder 12,57 %. Die dünnen aus Albit bestehenden Gehäuse, welche nach gänzlicher Zersetzung der Adulare zurückbleiben, erklären sich hieraus ganz genügend.

In denjenigen Adularkrystallen, welche porös sind (S. 406), ist die Zersetzung und die Fortführung der Orthoklassubstanz noch nicht so weit fortgeschritten als in den vollkommen hohlen. Mit dieser Fortführung scheint eine Concentration der Albitsubstanz durch eine Massenanziehung verknüpft gewesen zu sein; denn wäre dies nicht der Fall: so müfste ein äufserst poröses Albitskelett zurückgeblieben sein, und es hätte sich nicht eine Albitrinde bilden können. Diejenigen Adularkrystalle, welche aus einem durchsichtigen Kern und aus einer dünnen Rinde bestehen (S. 405), befinden sich gewifs im ersten Stadium der Zersetzung, und aus ihnen ist nur die Orthoklassubstanz zunächst der Oberfläche fortgeführt worden.

Die beschriebenen Pseudomorphosen von Albit in Formen von Adular gehören unstreitig zu den interessantesten, welche wir kennen, und Volger hat sich nicht geringe Verdienste durch seine mit so schönem Erfolge gekrönten Untersuchungen erworben. Mögen wir uns denken, dafs die zersetzten Adulare schon ursprünglich aus einem Kali- und Natronfeldspathe bestanden haben, oder dafs sie homogene einfache Mineralien gewesen waren, stets bleibt es überaus merkwürdig, wie im ersten Falle von zwei sich so ähnlichen Substanzen als beide Feldspathe sind, die eine extrahirt, die andere nicht extrahirt wurde, oder wie im zweiten Falle die Gewässer erst eine Zersetzung des einfachen Mineral in zwei verschiedene bewirkten, und hierauf das eine fortführten, das andere zurückliefsen. Ob die Orthoklassubstanz als solche fortgeführt, oder ob sie vorher etwa durch die Kohlensäure der Gewässer zersetzt werde, ist nicht zu entscheiden.

Die Chemie bietet viele Beispiele dar, wie die Löslichkeit einer Substanz zu- oder abnimmt, wenn im Lösungsmittel eine andere Substanz aufgelöst wird (wir haben einen merkwürdigen Fall dieser Art S. 66 kennen gelernt). So mag es wohl sein, dafs auch das Wasser ein ungleiches Lösungsvermögen auf minerali-

sche Substanzen ausübt, je nachdem es rein ist oder andere Stoffe aufgelöst enthält. Die ungleiche Wirkung des Wassers auf verschiedene Mineralsubstanzen ist aber meist darin begründet, dafs es Stoffe enthält, welche ein Mineral zersetzen, ein anderes nicht. Chlornatrium zersetzt kieselsaures Kali, indem Chlorkalium und kieselsaures Natron gebildet werden (Kap. I. No. 9). Wasser, welches Chlornatrium enthält, kann daher Kalifeldspath zersetzen, während es Natronfeldspath unzersetzt läfst.

Damit ist die Möglichkeit gegeben, dafs solches Wasser entweder Kalifeldspath in Natronfeldspath umwandelt, oder dafs die Zersetzungsproducte des ersteren von ihm aufgenommen und fortgeführt werden. Wir können uns daher denken, wie Wasser, Chlornatrium enthaltend (und dieses Salz fehlt in Gewässern sehr selten), das Kalisilicat im Adular zersetzt, und das gebildete Natronsilicat mit dem ausgeschiedenen Thonerdesilicat fortführt, während das darin enthaltene Natronsilicat mit dem damit verbundenen Thonerdesilicat als Albit zurückbleibt.

Auf der anderen Seite zersetzt kohlensaures Kali Natronsilicat (Kap. I. No. 38). Damit ist die Möglichkeit gegeben, dafs Wasser, kohlensaures Kali enthaltend, entweder Natronfeldspath in Kalifeldspath umwandelt, oder dafs die Zersetzungsproducte des ersteren von ihm aufgenommen und fortgeführt werden. Solches Wasser bringt also das Entgegengesetzte des vorhergehenden Falles hervor.

Die Gesteine des *St. Gotthardt*, welche die beschriebenen merkwürdigen Pseudomorphosen zeigen, werden schon längst zu den metamorphischen gezählt; die Geologen dachten aber nur an eine Metamorphose durch Hitze. Wie ist es aber möglich, selbst wenn der Ursprung der Hitze nachzuweisen wäre, Zersetzungen in so kleinen Krystallen und theilweise Fortführung der Zersetzungsproducte auf solche Weise zu erklären? Wie könnte man begreifen, dafs aus Adularkrystallen eine Orthoklassubstanz durch Sublimation fortgeführt würde, und eine Albitsubstanz zurückbliebe! — Ein anderes Fortführungsmittel als durch Sublimation steht aber dem metamorphischen Plutonismus nicht zu Gebote.

Sollte auf dem *St. Gotthardt* überall nur Kalifeld-

spath fortgeführt und Natronfeldspath zurückgeblieben sein, oder sollte nicht auch ersterer in letzteren umgewandelt worden sein? — In den hohlen Adularkrystallen scheint blos der erste Fall stattgefunden zu haben; obgleich nicht zu entscheiden ist, ob nicht wenigstens ein kleiner Theil des Adular in Albit umgewandelt wurde. Volger bemerkt, dafs offenbar viel mehr Adular zersetzt, als Albit gebildet wurde [1]).

Die Albite auf Orthoklasen zeigen, zufolge der Ansicht von G. Rose, welcher ich nur beistimmen kann, dafs aus Orthoklasen auch Natronfeldspath fortgeführt wird, während Kalifeldspath zurückbleibt. Solche einander entgegengesetzte Wirkungen setzen unzweifelhaft, wenn auch nicht entgegengesetzte, doch gewifs verschiedene Ursachen, d. h. verschiedene in den Gewässern aufgelöste Substanzen voraus.

Die oben angeführten Adularkrystalle in Drusenräumen des Gesteins, welches älteren Albit enthält, zeigen endlich, dafs auch aus diesem ein Kalifeldspath ausgeschieden werden kann, welches freilich voraussetzt, dafs dieser Albit nicht kalifrei, wie No. XVIII. S. 407 sondern, wie gewöhnlich, kalihaltig ist. Durch spätere Untersuchungen der Sammlung Wiser's fand Volger [2]), dafs Umwandlungspseudomorphosen von Adular in Formen von Periklin häufiger als frischer Periklin vorkommen.

Von der Umwandlung des Leucit in glasigen Feldspath wird unten die Rede sein.

Glimmer in Formen von Feldspath. Haidinger und Blum beobachteten diese Umwandlung an Feldspath von *St. Agnes* und *St. Just* in *Cornwall* [3]). Ein Zwillingskrystall von Feldspath aus einem zersetzten Gra-

[1]) Da die Bildung des Epidot mit der Zersetzung des Adular in innigster Beziehung steht: so wirft Volger die Frage auf, ob nicht vielleicht ein Theil der Zersetzungsproducte des letzteren das Material für jenen geliefert haben könnte? Jedenfalls könnte dies nur durch einen sehr complicirten Procefs geschehen sein. Je mehr man aber zu solchen Processen Zuflucht nimmt, desto mehr kann man in Irrthum verfallen.

[2]) A. a. O. S. 547.

[3]) Erster Nachtrag. S. 25.

nit in der Nähe eines Zinnerzganges von *St. Just* bestand aus einem höchst feinkörnigem Gemenge von weifsem Glimmer und Quarz, in welchem Zinnerzkörnchen eingesprengt waren. Da mit der Umwandlung des Feldspath in Glimmer eine Ausscheidung von Kieselsäure verknüpft sein mufs: so ist das Vorkommen der letzteren neben Glimmer von besonderem Interesse.

Blum fand später eine noch mehr characteristische Umwandlung des Feldspath aus dem Granit bei *Warmsteinach* im *Fichtelgebirge*, welcher vorzugsweise aus Feldspath und Quarz mit nur wenig Glimmer besteht. Der Feldspath ist fast überall mit höchst feinen grünlichweifsen Glimmerschüppchen gemengt, welche sich an vielen Stellen so gehäuft haben, dafs der frühere Feldspath ganz verschwunden ist, und jene theils die krystallinische, theils die scharf und wohl erhaltene Krystallform von diesem zeigen. Die Veränderung beginnt aufsen und schreitet nach innen fort, so dafs manchmal noch ein Kern von Feldspath vorhanden ist, während das Aeufsere sich in Glimmer umgewandelt hat. Höchst merkwürdig ist es, dafs manchmal durch und durch umgewandelte Feldspathkrystalle mitten im krystallinischen Feldspathe liegen, der die oben bemerkten Veränderungen zeigt, und scharf von jenen abschneidet.

Eine ganz ausgezeichnete Pseudomorphose aus Drusenräumen im Granit bei *Lomnitz* in *Schlesien* beschreibt G. Rose[1]). Die Oberfläche des Feldspath ist rauh und zerfressen und mit Glimmerblättchen mehr oder weniger dick besetzt. Die Glimmermasse zieht sich, gewöhnlich kleinen Rissen folgend, in das Innere, und manchmal ist der Feldspath so mit Glimmer erfüllt, dafs auch mit der Lupe keine Spur von ersterem mehr wahrzunehmen ist. Rose überzeugt sich, dafs zufolge meiner Ansichten diese Umwandlung nur auf nassem Wege erfolgt sein konnte. Da in dieser Pseudomorphose Quarz nicht vorhanden war: so ist die ausgeschiedene Kieselsäure durch Gewässer fortgeführt worden.

Blum[2]) beschreibt eine Umwandlung des Feldspath

[1]) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. Bd. II. S. 10.
[2]) Erster Nachtrag. S. 71.

in Speckstein (?) aus dem Granit der Gegend von *Finbo* in *Schweden*. Nicht blos die Krystalle des Feldspath, sondern auch die krystallinischen Massen desselben bestehen aus einem Gemeng von Speckstein (?), Quarz und Glimmer. Nur an wenigen Stellen ist noch, aber nicht mehr ganz frischer Feldspath vorhanden. Die Umwandlung begann aufsen, aber nicht gleichmäfsig auf der Oberfläche. Wo sie vollendet war, war der Feldspath sehr weich, gelblichweifs ins Oelgrüne übergehend, an anderen noch harten Stellen dagegen röthlichweifs und fleischfarben. Auch im Innern waren dieselben Erscheinungen wahrzunehmen. Die Spaltbarkeit war gänzlich verschwunden.

Auch der Glimmer und Quarz zeigten sich verändert. Ersterer ist weniger spröde, bei weitem weicher wie gewöhnlich und läfst sich nicht leicht in dünne Blättchen spalten. Der Quarz zeigte sich in Berührung mit dem veränderten Feldspath nur etwas spröder.

Wie sehr selbst scharfe Augen durch die mineralogischen Kennzeichen getäuscht werden können, zeigt diese Pseudomorphose; denn die im Kap. XXXVII. No. 3 folgende Analyse einer kleinen von Blum erhaltenen Probe weiset nach, dafs keine Spur von Speckstein vorhanden war. Das Umwandlungsproduct ist nichts anderes als ein unvollkommener oder noch nicht vollendeter Glimmer. Aehnlich verhält sich's mit den vermeintlichen Pseudomorphosen von Speckstein nach Feldspath von *Carlsbad* und vom *Raubschlöfschen* bei *Weinheim*. Siehe unten bei Kaolin.

Welche Folgerungen sich aus dieser und aus der Analyse des Glimmer in Formen von Feldspath von *Warmsteinach*, in Beziehung auf den Umwandlungsprocefs ergeben, dies bleibt dem Kap. XXXVII. vorbehalten.

A. Knop [1]) beschreibt in arkoseartigem Gesteine bei *Oberwiesa* in der Gegend von *Chemnitz* vorkommende Pseudomorphosen von Glimmer nach Feldspath mit Ausscheidung von Quarz.

Chlorit in Formen von Feldspath. Diese Pseudomorphosen finden sich sehr schön bei *Berggiefshü-*

[1]) Jahrb. für Mineral. 1859. S. 687.

bel in *Sachsen* auf einem Lager von Magneteisen im Thonschiefer, und sind von Blum [1]) beschrieben worden. Der weifse oder fleischrothe, stark glänzende Feldspath wird auf der Oberfläche matt und graulich. Es erscheinen feine Chloritschüppchen, welche sich vermehren, bis endlich eine vollständige Rinde von feinschuppigem Chlorit entstanden ist. Beim Zerbrechen dieser Krystalle sieht man, wie nach innen die Umwandlung in verschiedenen Stufen vorgeschritten ist. Während bei einigen sich erst jene Rinde gebildet hat, zeigt sich bei anderen Chlorit in sehr feinen Blättchen in der Feldspathmasse, besonders in den Spaltungsrichtungen und manchmal in solcher Menge, dafs ein wahres Gemeng aus beiden entstand. In anderen Fällen ist nur noch ein ganz kleiner Kern von Feldspath vorhanden; selten dieser ganz verschwunden, in welchem Falle die Krystalle ganz aus einem feinkörnigen Aggregat von Chlorit bestehen.

Eine ähnliche Pseudomorphose, Helminth (wurmförmiger Chlorit) in Formen von Adular beschreibt Volger [2]). Es soll nach ihm eine reine Verdrängung sein: der Helminth hat den Raum eingenommen, aus welchem, genau in demselben Maafse der Adular verschwunden ist.

Bei der Umwandlung des Feldspath in Chlorit müssen an die Stelle der alkalischen Silicate Eisenoxydul- und Magnesiasilicate treten und Wasser aufgenommen werden. Da die Magnesia und das Eisenoxydul im Chlorit mehr als das Doppelte der Alkalien im Feldspath, dagegen die Kieselsäure in ersterem weniger als die Hälfte derselben in letzterem beträgt: so mufste während der Umwandlung von der Kieselsäure nahe in demselben Verhältnisse abgeschieden werden, als Magnesia und Eisenoxydul aufgenommen wurden, denn die Beschreibung der pseudomorphen Krysalle zeigt, dafs sich das Volumen derselben in Folge der Umwandlung nicht vergröfsert hatte. Eine Zunahme der Masse fand jedoch statt: denn das specifische Gewicht des Chlorit ist gröfser als das des Feldspath. Diese Zunahme kann nicht in Rechnung genommen wer-

[1]) Erster Nachtrag. S. 85.

[2]) Studien u. s. w. S. 164.

den, da das specifische Gewicht des Umwandlungsproductes nicht bekannt ist, und da das der Chlorite sehr variirt. Da indefs aufser Magnesia und Eisenoxydul auch ungefähr 12 % Wasser aufgenommen wurden: so kann es nicht zweifelhaft sein, dafs Kieselsäure wirklich abgeschieden wurde. Die Thonerde beträgt im Chlorit nur ungefähr 1 % weniger als im Feldspath; von ihr konnte daher nur eine geringe Menge abgeschieden werden.

Da alkalische Silicate durch Magnesiabicarbonat zersetzt und dadurch Magnesiasilicate und alkalische Carbonate gebildet werden (Kap. I. No. 46): so ist zu begreifen, wie Gewässer, welche dieses Bicarbonat enthalten, die alkalischen Silicate in Magnesiasilicate umwandeln und die gebildeten alkalischen Carbonate fortführen konnten. Gleichzeitig mufste aber auch die überflüssige Kieselsäure fortgeführt werden, wodurch sich die neutralen Silicate des Feldspath in die basischen Silicate des Chlorit umwandelten. Da endlich Eisenoxydhydrat zersetzend auf Thonerdesilicate wirkt (Kap. I. No. 49): so erklärt sich hieraus auch eine theilweise Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd. Es kann demnach gedacht werden, wie Gewässer, welche neben Magnesiabicarbonat etwas Eisenoxydulbicarbonat enthielten, die Umwandlung des Feldspath in Chlorit bewirkt haben. Von einer chemischen Untersuchung des aus Feldspath entstandenen Chlorit und von der Bestimmung des specifischen Gewichtes des letzteren ist eine weitere Aufklärung dieses Umwandlungsprocesses zu erwarten.

Zinnerz in Formen von Feldspath. J. Davey[1]) fand zuerst auf der Grube *Huel-Coates* bei *St. Agnes-Beacon* in *Cornwall* Zinnerz in Formen von Feldspathkrystallen, welche aus einem feinkörnigen Aggregat von Zinnerz und Quarzkörnern bestehen. Die Oberfläche dieser Krystalle ist gekörnt, rauh und uneben. Nicht selten zeigen sich die Krystalle gesprungen und wieder durch kleine Krystalle von Zinnerz zusammengekittet. Manche Feldspathkrystalle sollen auch, nach Anker[2]), in

[1]) Transact. of the royal geolog. Soc. of Cornwall. Vol. IV. 1832. p. 484.

[2]) Annal. des Mines. III. Sér. T. XX. 1841. p. 110.

der Mitte von Zinnerz durchdrungen sein, während die beiden Enden noch aus vollkommen reinem Feldspath bestehen. Blum [1]) beschreibt einen Feldspathzwillingskrystall von *St. Just* in *Cornwall*, der einem höchst feinkörnigen Gemenge aus weifsem Glimmer und Quarz, in welchem Zinnerzkörnchen eingesprengt sind, besteht. Alle diese Krystalle finden sich zahlreich in einem zersetzten Granit und zwar in der Nähe eines Zinnerzganges, der diesen durchzieht.

Die angeführten Quarzkörner zeigten sich auch in einem Exemplar von *St. Agnes*, welches der nachstehenden Analyse unterworfen wurde. Als dasselbe in sehr verdünnte Salzsäure gelegt wurde, stiegen sparsame Gasbläschen auf, und die Flüssigkeit zeigte Spuren von Kalkerde.

Kjerulf analysirte dieses Exemplar, welches etwas mürbe und leicht zu zerreiben war, in meinem Laboratorium, und in einem von dieser Analyse übrig gebliebenen Bruchstücke bestimmte ich die Alkalien:

	I.	II.	
Kieselsäure	25,49		
Thonerde	6,65	+ 0,41	35,47 Feldspathsubstanz.
Kali	3,00	+ 3,17 (Kali und Natron)	
Natron	0,33		
Eisenoxyd	9,82		
Manganoxyd und Magnesia	2,14		61,36 unreiner Zinnstein.
Zinnoxyd	47,82		
Glühverlust	1,58		
	96,83 [2])		96,83

I. Die Analyse der Pseudomorphose als ein Ganzes.

II. Die Mengen der Thonerde und der Alkalien, welche zu den gefundenen addirt werden müssen, um die Mischung des normalen Orthoklas zu erhalten. Wir haben uns daher zu denken, dafs nahe $^2/_3$ der ursprünglichen Feldspathsubstanz durch das Zinnoxyd und seine Begleiter verdrängt, und dafs aus dem Reste derselben Thonerde und Alkalien in den angegebenen Verhältnissen fortge-

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 275.

[2]) Wegen Mangel an Material konnte nicht durch Wiederholung der Analyse die Ursache des bedeutenden Verlustes ermittelt werden.

führt wurden; Verdrängung und theilweise Zersetzung fanden also gleichzeitig statt. In denjenigen Pseudomorphosen hingegen, in welchen sich Quarz findet, scheint die Zersetzung des Feldspath bis zu dem Grade fortgeschritten zu sein, dafs sich die Kieselsäure desselben als Quarz ausschied. Findet sich gleichzeitig neben Quarz Glimmer: so ist mit gutem Grunde zu vermuthen, dafs diese Substanzen die Zersetzungsproducte des Feldspath sind.

Die unten (S. 428) mitgetheilten Analysen der zersetzten Feldspathe von *Ilmenau* zeigen eine gänzliche Verdrängung der Feldspathsubstanz durch Kalk- und Eisenoxydulbicarbonat. Es ist denkbar, dafs auch bei vorstehendem pseudomorphosen Processe diese Bicarbonate die Fortführung der Feldspathsubstanz bewirkt haben, dafs aber der abgesetzte kohlensaure Kalk später von Gewässern fortgeführt wurde und blos die bedeutende Menge Eisenoxyd zurückblieb. Vielleicht dafs die geringe Menge kohlensaurer Kalkerde in dem untersuchten Exemplar der Rest von dem fortgeführten Carbonat war. Der Absatz des Zinnerzes aus Gewässern ist ohne Schwierigkeit zu begreifen, da, wie wir später sehen werden, Zinnsäure in einer Lösung von kohlensaurem Kali löslich ist.

Blum[1]) beschreibt eine Umwandlung des Feldspath und des Couzeranit in feinblätterigen, schuppigen Talk. In letzterer zeigt sich, wenn der Procefs noch nicht vollendet ist, ein Gemeng aus Couzeranit und Talk; ist er aber vollendet: so bestehen die Krystalle ganz aus Talkblättchen. Ich habe, da diese Pseudomorphosen sehr selten sind, noch keine Gelegenheit gehabt, durch eine Analyse zu ermitteln, ob das Umwandlungsproduct wirklich Talk ist.

Kaolin in Formen von Feldspath. Die Umwandlung des Feldspath in Kaolin ist eine sehr allgemeine Erscheinung[2]). Gewöhnlich beginnt die Umwandlung au-

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 109 und erster Nachtrag S. 65.

[2]) Da das Kaolin nur als ein Umwandlungsproduct anderer Mineralien, nie als ein selbständiges Mineral erscheint: so ist es eigentlich nur für ein Zersetzungsproduct derselben zu halten, und um so mehr, als in den meisten Fällen nach vollständiger Zersetzung die Form des früheren Minerals gänzlich verloren geht.

ſsen und schreitet nach innen fort; selten findet das Umgekehrte statt. Bisweilen liegen dicht neben zersetzten Feldspathkrystallen andere, welche noch ganz frisch sind. Beginnt die Umwandlung auſsen: so werden die Krystalle auf der Oberfläche matt und die fleischrothe Farbe geht in eine gelblich weiſse über. Es bildet sich eine erdige Rinde, welche um so dicker wird, jemehr der Proceſs fortschreitet. Dieses Fortschreiten geht jedoch nicht immer gleichmäſsig von Statten; denn man findet im Innern nicht selten mehrere feste unzersetzte Theile, die durch erdige Lagen von einander getrennt sind. Spaltbarkeit, Härte und Zusammenhalt gehen gänzlich verloren, und das specifische Gewicht vermindert sich um 14 %.

Diese Umwandlung besteht wesentlich darin, daſs die Alkalien und ein Theil der Kieselsäure ausgeschieden und dagegen Wasser aufgenommen werden. Der Verlust an Kieselsäure beträgt aber stets mehr als der an Alkalien; denn der Sauerstoffquotient steigt. Da unter mehr als 25 Analysen von Kaolin die gröſsere Hälfte noch Alkalien nachweiset, und da Spuren derselben so leicht der Analyse entgehen können, wenn nicht die Aufmerksamkeit besonders darauf gerichtet wird: so ist gewiſs in den meisten Fällen der Zersetzungsproceſs noch nicht zur Vollendung gekommen. Daher rührt es auch, daſs die Kieselsäure zwischen 40 und 58,8 und die Thonerde zwischen 26 und 45 % schwankt. Die von Forchhammer[1]) aus sieben verschiedenen Kaolinen ermittelte Normalzusammensetzung:

Kieselsäure	47,03
Thonerde	39,23
Wasser	13,74
	100,00
Sauerstoffquotient . .	0,75

kann daher nur für eine approximative gelten.

Da der Orthoklas so wie die übrigen Feldspathe im unveränderten Zustande wasserfrei, das Kaolin aber wasserhaltig ist: so steht die Umwandlung der ersteren in Kaolin in geradem Verhältnisse mit der Wasseraufnahme.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 331.

In dem aus Beryll entstandenen Kaolin fanden sich nur 1,1 % Beryllerde; dieselbe ist gröstentheils mit ¼ des Kieselsäuregehaltes fortgeführt worden. Neuere Analysen von Kaolinen [1]), welche aus verschiedenen Mineralien hervorgegangen sind, wie aus Beryll, nach Damour [2]), aus Topaskrystallen, nach W. S. Clark [3]), stimmen sehr nahe mit dem Kaolin aus Feldspath überein; das Product des Zersetzungsprocesses scheint daher stets dasselbe zu sein, während das Ausgeschiedene ebenso ungleichartig wie die Zusammensetzung der Mineralien, welche der Kaolinisirung unterliegen, sein mufs.

Je mehr noch unzersetzte alkalische Silicate in den Kaolinen vorhanden sind, desto mehr Kieselsäure wird bei ihrer Analyse gefunden; daher ist auch meist ein grofser Gehalt an Kieselsäure mit einem grofsen Gehalt an Alkalien verknüpft.

Die folgenden Analysen von zersetzten Feldspathen geben weitere Aufklärung über ihre Umwandlung in Kaolin.

I.

	a.	b.		c.
Kieselsäure	64,00	67,10		9,60
Thonerde	19,43	17,83		19,30
Kali	14,81	13,50 }		1,32
Kalk	0,42	0,50 }		
Magnesia	0,20	Spur	Rückstand	56,79
Wasser und Verlust	1,14	1,07	Wasser	12,03
	100,00	100,00		99,04

II.

	a.		b.	c.
Kieselsäure	48,13		66,00	63,69
Thonerde	34,57		17,59	20,07
Alkalien	} 5,11	Kali	15,00	
Erden		Kalk	0,40	
Wasser	13,55	Magnesia	0,38	
	101,36		99,37	

[1]) Neuere Analysen von Kaolinen überhaupt siehe Jahresb. 1856. S. 859 und 1859 S. 673.

[2]) Bull. géol. Sér. II. T. VII. p. 224.

[3]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXXX. S. 122.

III.

Kieselsäure	62,23
Thonerde	5,03
Kali, Magnesia	1,60
Kalk	1,55
Eisenoxyd	4,29
Manganoxyd	3,42
Rückstand	8,39
Wasser	11,95
	98,46

I. (Mondstein) von *Ceylon* in verschiedenen Stadien der Zersetzung, nämlich: a. brüchig, aber noch durchscheinend und krystallisirt, b. in höherem Grade zerreiblich und milchweifs, und c. ganz verwittert und in eine weifse erdige mit Quarz gemengte Masse verwandelt.

II. Von *Aue*, bestehend: a. aus 14,46 % durch Säuren zersetzbarer und b. aus 85,54 % unzersetzbarer Substanz; c. als ein Ganzes.

III. Von *Bilin*. Es wurden nur die durch Schlämmen des Feldspath erhaltenen zartesten Theile analysirt. Brongniart und Malaguti[1]).

I. a erscheint als ein chemisch wenig veränderter Orthoklas. I. b enthält etwas Quarz. I. c im Rückstande noch mehr. II. a nähert sich der Zusammensetzung des Kaolin. II. b ist ein wenig veränderter Orthoklas. II. c zeigt, wie ein verwitterter Feldspath seine ursprüngliche Zusammensetzung noch nahe haben kann, und doch schon 14,46 % kaolinartige Substanz enthält. Da die Kieselsäure und Thonerde in II. c und I. a so sehr mit einander übereinstimmen: so kann I. a gleichfalls eine eben so grofse Menge kaolinartiger Substanz enthalten. Dies kann aber nur dann der Fall sein, wenn von der durch Zersetzung ausgeschiedenen Kieselsäure der gröfste Theil noch nicht fortgeführt worden ist. III ist, da es vom Feldspath abgeschlämmt wurde, offenbar ein Zersetzungsproduct desselben. Nur ein sehr geringer Theil der bedeutenden Menge Kieselsäure kann an die geringen Mengen Basen gebunden gewesen sein; der gröfste Theil war daher als

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LX. S. 89 u. s.

freie Kieselsäure vorhanden. Die bedeutenden Quantitäten Eisen- und Manganoxyd können nicht vom zersetzten Feldspath herrühren; sie wurden wahrscheinlich von den Gewässern, welche die Zersetzung bewirkt haben, nach vorausgegangener höheren Oxydation der in ihnen enthalten gewesenen Eisenoxydul- und Manganoxydulcarbonate abgesetzt, während von denselben Gewässern die Alkalien fortgeführt wurden.

	IV.	V a.	V b.	VI.	VII.	VIII.
Kieselsäure .	70,79	63,73	—	54,17	51,56	53,32
Thonerde .	17,09	15,98	3,27	29,94	28,59	33,60
Eisenoxyd .	1,16	4,84	3,36	1,22	5,08	3,83
Kalkerde .	0,35	0,65	0,65	0,59	—	—
Magnesia .	0,65	0,18	0,06	0,46	0,90	1,30
Kali . . .	5,86		—	4,67	8,09 (Kali und Natron)	3,00[1] (Kali und Natron)
Natron . .	0,38	14,62 (Kali, Natron und Wasser)	—	0,41		
Wasser . .	3,67		—	8,51	5,78	4,95
	99,95	100,00	—	99,97	100,00	100,00
S. Q. . . .	0,263	—	—	0,554	—	—

IV. Verwitterter Feldspath aus dem Syenit von *Geising* bei *Altenberg*. Crasso[1]).

V a. Verwitterter Feldspath aus dem Porphyr am *Leimbühl* bei *Elgersburg*, nach meiner Analyse. Der Krystall hatte noch seine Form, die Kanten und Ecken waren aber etwas abgerundet. Er war röthlich- und gelblichbraun gefleckt, an einzelnen Stellen grün; das Pulver war ocherbraun. Er brauste nicht mit Säuren.

V b. Die durch Digeriren mit Salzsäure aus diesem Feldspath ausgezogenen Theile. Die dazu gehörige Kieselsäure wurde nicht besonders bestimmt, sondern zur Analyse im Ganzen (V. a) genommen.

VI. Zersetzter Feldspath aus dem Granit von *Carlsbad*. Crasso.

VII. Zersetzte Feldspathzwillinge von eben daher.

[1]) Das Material in V, VII und VIII war nicht hinreichend für eine zweite Analyse zur Bestimmung der Alkalien; sie wurden daher aus dem Verluste berechnet.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XLIX S. 381. Rammelsberg Handwörterbuch. Bd. I. S. 235.

VIII. Zersetzter Feldspath vom *Raubschlöfschen* bei *Weinheim.*

Diese beiden Zersetzungsproducte gaben beim Austrocknen in der Siedhitze viel Wasser; aufser dem chemisch-gebundenen Wasser war daher auch viel hygroskopisches und damit die Bedingung zu weiterer Zersetzung vorhanden. VII und VIII nach meinen Analysen.

Die zersetzten Feldspathe IV und V a. enthalten entschieden freie Kieselsäure; aus VI, VII und VIII ist sie aber ganz oder wenigstens grofsentheils fortgeführt worden. Die drei letzteren Feldspathe nähern sich der normalen Zusammensetzung des Kaolin etwas, und man kann sich wohl denken, wie durch fortgesetzte Zersetzung der noch rückständigen alkalischen Silicate und durch fortgesetzte Abscheidung von Kieselsäure aus dem Thonerdesilicat endlich wahres Kaolin zurückbleiben werde. Die zersetzten Feldspathe IV und V a. stehen aber von der normalen Zusammensetzung des Kaolin so weit ab, dafs aus ihnen schwerlich je reines Kaolin entstehen würde. Aus IV ist bereits mehr als die Hälfte der Alkalien fortgeführt worden; konnte daher während des gewifs langen Zeitraumes, welcher zu der so weit fortgeschrittenen Zersetzung dieses Feldspath erforderlich war, keine oder wenigstens nur eine geringe Menge Kieselsäure fortgeführt werden: so ist es sehr zweifelhaft, dafs dies später geschehen würde; denn die ausgeschiedene Kieselsäure war gewifs längst in die unlösliche Modification übergegangen. In IV und V a. hat daher die schon oben (S. 397) erkannte Zersetzung durch Verlust von Basen stattgefunden.

E. Wolff[1]) analysirte sieben vollkommen zersetzte Feldspathe aus den sogenannten *Knollensteinen* bei *Halle.* Sie hatten eine ziemlich übereinstimmende Zusammensezzung: die Kieselsäure betrug 41,74 % bis 44,01 %, die Thonerde 41,01 bis 44,36 %, das Wasser 10,85 bis 13,40 %, abgesehen von den geringen Mengen anderer Basen. Diese Verhältnisse nähern sich etwas der oben (S. 419) angeführten Zusammensetzung des Kaolin.

Die vorstehenden und viele andere Analysen von

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 221.

zersetzten Orthoklasen bestätigen die oben (S. 397) angeführte Bemerkung, dafs die Zersetzung dieser Feldspathe viel häufiger mit Verlust an Kieselsäure als mit Verlust an Basen stattfindet.

Ich habe zuerst und schon vor 36 Jahren [1]) gezeigt, dafs Kohlensäure und Wasser die Zersetzung des Feldspath bedingen. Forchhammer [2]) hält die Umwandlung des Feldspath in Kaolin für eine einfache Zersetzung des ersteren in letzteres und in ein lösliches Kalisilicat, welches durch die Gewässer fortgeführt wird, während das unlösliche Kaolin zurückbleibt. Fournet ist der seltsamen Ansicht, dafs die Verwitterung der Mineralien hauptsächlich von ihrer Neigung zum Dimorphismus abhänge, und dafs auf diese mechanische Verwitterung eine chemische Einwirkung folge, welche ganz besonders von der Kohlensäure abhänge. Brongniart und Malaguti [3]) halten eine elektrische Thätigkeit für die wahrscheinliche Ursache der Zersetzung des Feldspath.

Diese Erklärungen sind theils einseitig, theils gänzlich ungenügend. Die alkalischen Carbonate in Quellwassern, welche reich an Kohlensäure sind, zeigen deutlich, dafs es vorzugsweise die Kohlensäure ist, welche den Feldspath und alle Alkalien haltende Mineralien zersetzt. Das kohlensaure Natron [4]), welches auf diese Weise entsteht, verhält sich zu der Kieselsäure, die aus dem Feldspath ausgeschieden wird, wenn die Zersetzung in Kaolin vollständig von Statten gehen soll, wie 1 : 2,3. In den Quellwassern müfste daher 2,3mal so viel Kieselsäure als kohlensaures Natron gefunden werden, wenn diese Substanzen von einer solchen vollständigen Zersetzung des Feldspath herrühren sollten. Unter 38 Kohlensäuerlingen in den Umgebungen des *Laacher See*, in der *Eifel* und im Herzogthum *Nassau*, welche ich analysirt

[1]) Bischof die vulkanischen Mineralquellen. Bonn 1826. S. 298 u. s. w.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 331 u. s. w.

[3]) A. a. O.

[4]) Wir gründen die Rechnung auf das kohlensaure Natron, weil dieses Carbonat viel häufiger als das kohlensaure Kali in den Quellwassern vorkommt.

habe (I. Aufl. Bd. I. S. 357 ff.), findet sich aber keiner, in welchem diese Substanzen im vorstehenden Verhältnisse vorhanden wären. Nur in einem einzigen Säuerling betragen kohlensaures Natron und Kieselsäure gleichviel, in den übrigen beträgt letztere nur $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{26}$ vom ersteren. Keine der Feldspathsubstanzen, welche diesen Säuerlingen kohlensaures Natron und Kieselsäure liefert, kann daher in reines Kaolin, sondern nur in ein Gemeng von diesem und von Quarz zersetzt werden.

Da in den genannten Säuerlingen das kohlensaure Natron nicht direct bestimmt wurde: so kann mehr oder weniger von der in ihnen enthaltenen Kieselsäure an Natron gebunden vorhanden sein. Dies ändert aber, da die Kieselsäure in den meisten dieser Säuerlinge nur einen kleinen Bruchtheil vom kohlensauren Natron ausmacht, nur sehr wenig die Sache.

Alle genannten Säuerlinge kommen aus dem Uebergangsgebirge. Wo daher der Sitz ihrer Bildung ist, mufs die Feldspathgrundmasse dieses Gesteins in eine mit mehr oder weniger freier Kieselsäure gemengte kieselsaure Thonerde umgewandelt werden. Ein kieselsäurefreier Thonschiefer wird daher durch kohlensaure Gewässer nach und nach in einen quarzhaltigen oder in eine Grauwacke übergehen.

Man kann sich leicht einen Begriff von der Grofsartigkeit dieses Zersetzungsprocesses machen, wenn man erwägt, dafs 10000 Pfd. Wasser eines Säuerlings, der nur 1,3 Pfd. kohlensaures Natron (das Minimum unter allen jenen angeführten Säuerlingen) enthält, dazu die vollständige Zersetzung von 6,5 Pfd. Natronfeldspath fordern. Ein Säuerling, wie der Bd. I. S. 690 angeführte, welcher in 24 Stunden 1157 Cubikfufs = 76362 Pfd. Wasser liefert, setzt daher für dieselbe Zeit die vollständige Zersetzung von 49,6 Pfd. Natronfeldspath, mithin für ein Jahr 18104 Pfd. voraus, um die in ihm enthaltene Menge kohlensaures Natron aufnehmen zu können. Da nun in anderen Säuerlingen die Menge des kohlensauren Natron 3,4 bis 13mal so viel als in jenem, welcher davon die geringste Menge enthält, beträgt, da die Zahl der Säuerlinge, namentlich in den Umgebungen des *Laacher See*,

kaum zu schätzen ist (Bd. I. S. 666), und da diese Säuerlinge vielleicht seit Millionen Jahren fliefsen: so ist leicht zu ermessen, welche grofsartige Zersetzungsprocesse im Thonschiefer jener Gegenden von Statten gegangen sind und noch von Statten gehen.

Die aus der Zersetzung des Feldspath durch Gewässer, welche mit Kohlensäure gesättigt sind, hervorgehenden kohlensauren Alkalien gehören zu den leichtlöslichen Salzen: das kohlensaure Natron fordert zu seiner Lösung bei gewöhnlicher Temperatur nur die 6fache Menge Wassers. Die Kieselsäure selbst in ihrer löslichen Modification fordert dagegen die 10000fache Menge Wassers zu ihrer Lösung [1]). Geht daher der Zersetzungsprocefs des Feldspath durch solche kohlensaure Gewässer noch so energisch von Statten: so findet das gebildete kohlensaure Natron stets Wasser genug zu seiner Lösung. Wird aber während dieser Zersetzung mehr als $\frac{1}{10000}$ Kieselsäure von der Menge des Wassers ausgeschieden: so kann der Ueberschufs nicht mehr aufgelöst werden, sondern er bleibt mit dem entstandenen Kaolin zurück.

Ganz anders stellt sich die Sache heraus, wenn gewöhnliche süfse Wasser, welche nur die geringe aus der atmosphärischen Luft aufgenommene Menge Kohlensäure enthalten, die Zersetzung des Feldspath bewirken. Unter diesen Umständen werden nur äufserst geringe Mengen kohlensaurer Alkalien gebildet, mithin kann es als möglich gedacht werden, dafs die gleichfalls nur sehr geringen Mengen ausgeschiedener Kieselsäure Wasser genug zu ihrer Lösung finden. In solchen Fällen wird die ganze Menge dieser Kieselsäure mit den kohlensauren Alkalien durch die Gewässer fortgeführt, und es bleibt reines Kaolin zurück. Ein solches scheint aber nicht vorzukommen; denn selbst das reinste unter den von Forchhammer analysirten Kaolinen enthielt noch 6 % Quarz-

[1]) Dies ist die gröfste Menge Kieselsäure, welche in deutschen kalten Säuerlingen (im sogenannten Schiersäuerling bei *Carlsbad*, nach Berzelius, und in der sogenannten Stahlquelle in *Roisdorf*, nach meiner Analyse) gefunden wurde. Meist findet sich aber in 10000 Th. Wasser viel weniger Kieselsäure, manchmal nur 0,25 Th.

sand beigemengt. Diesen fanden auch Brongniart und Malaguti stets.

Die Kaolinlager im Granit, welcher ihr Hauptfundort ist, sind gewifs nicht durch Zersetzung des Feldspath mittelst Gewässer, welche mit Kohlensäure gesättigt waren, entstanden; denn aus dem Granit kommen selten Säuerlinge oder Kohlensäure-Exhalationen. Es waren daher nur die durch den Granit filtrirenden Tagewasser mit ihrem geringen Gehalt atmosphärischer Kohlensäure, welche die Zersetzung des Feldspath bewirkt haben und noch bewirken. Enthalten gleichwohl auch die Kaoline im Granit noch Quarz: so beweiset dies, dafs selbst die geringe Menge Kohlensäure in diesen Gewässern mehr von den alkalischen Silicaten zersetzte und mehr Kieselsäure ausschied, als von den Gewässern aufgelöst und fortgeführt werden konnte.

Aus allen diesen Betrachtungen ergibt sich, dafs bei der Zersetzung des Feldspath in Kaolin um so mehr von der ausgeschiedenen Kieselsäure beim Kaolin zurückbleibt, je mehr die Kohlensäure in den Gewässern beträgt, und dafs vielleicht der Kohlensäuregehalt der Gewässer nie so gering ist, und daher nie so wenig vom Feldspath zersetzt wird, dafs alle ausgeschiedene Kieselsäure von denselben fortgeführt werden kann.

Die Analyse der im Granit entspringenden süfsen Quellen, wobei man sein Augenmerk blos auf die relative Bestimmung der Kieselsäure und der kohlensauren Alkalien zu richten hätte, würde von besonderem Interesse sein. Dafs letztere wirklich darin enthalten sein mögen, wenn nicht gleichzeitig Erdsalze von den Gewässern aufgelöst werden, welche die kohlensauren Alkalien zersetzen, ist wohl kaum zu bezweifeln. Sollte die Kieselsäure ungefähr 2,3mal so viel als die kohlensauren Alkalien betragen[1]: so würde man auf die Bildung eines reinen Kaolin schliefsen können. Sollte dagegen die Kieselsäure weniger als das 2,3fache der kohlensauren Alka-

[1]) Es versteht sich von selbst, dafs sich dieses Verhältnifs etwas ändert, wenn statt kohlensaurem Natron kohlensaures Kali, oder wenn beide Alkalien gleichzeitig vorhanden sind.

lien betragen: so würde auf die Bildung eines quarzhaltigen Kaolin zu schliefsen sein.

Werfen wir noch einen Blick auf die obigen Analysen vom zersetzten Feldspathe: Die abgeschlämmten Theile III, welche als ein Gemeng von wenig Kaolin mit viel ausgeschiedener Kieselsäure erscheinen, zeigen, dafs sich diese Kieselsäure noch nicht zu Quarzkörnchen ausgebildet hatte, sondern noch ein feines Pulver, wie es abgeschieden wurde, darstellte. Die zersetzten Feldspathe IV und VI enthielten nahe gleiche Mengen Alkalien, woraus zu schliefsen ist, dafs beide auf nahe gleichen Zersetzungsstufen standen; die sehr ungleichen Mengen Kieselsäure und Thonerde zeigen aber, dafs der Gang der Zersetzung in ihnen sehr verschieden war. Diese Verschiedenheit erklärt sich leicht aus der Annahme, dafs auf IV an Kohlensäure reichere Gewässer als auf VI eingewirkt hatten, wefshalb die Zersetzung dort mit gröfserer Intensität als hier von Statten gegangen, und dort weniger von der ausgeschiedenen Kieselsäure als hier von den Gewässern fortgeführt worden war. Zwischen der Zersetzung des Feldspath V und der Feldspathe VII und VIII scheinen ähnliche Verschiedenheiten stattgefunden zu haben.

Zersetzung des Feldspath durch Kalk- und Eisenoxydulcarbonat. Solche Zersetzungsproducte finden sich im rothen Porphyr von *Ilmenau* und wurden von G. Crasso [1]) analysirt:

In Salzsäure lösliche Bestandtheile 32,1 %
" " unlösliche " 67,9 %

	IX.	X.	XI.
Kieselsäure	23,17	69,00	72,16
Thonerde	7,30	21,74	18,42
Manganoxydul	0,17	0,51	—
Magnesia	0,61	1,81	—
Kali	2,12	6,31	4,71
Natron	0,21	0,63	0,66
Kohlensaurer Kalk	49,46	—	—
Eisenoxyd	12,53	—	4,05
Verlust	4,43 [2])	—	—
	100,00	100,00	100,00

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XLIX. S. 381.

[2]) Besteht wohl gröfstentheils aus Wasser und vielleicht organischen Substanzen

IX. Die ganze Masse der zersetzten Krystalle.

X. Nach Abzug des kohlensauren Kalk und des Eisenoxyd, da diese Substanzen keine oder doch nur in ganz geringer Menge Zersetzungsproducte des Feldspath sein können.

XI. In Salzsäure unauflösliche Bestandtheile der Krystalle. Es ist daher X als Rest der zersetzten Feldspathkrystalle zu betrachten; er stimmt ziemlich mit XI überein.

Giefst man auf die pseudomorphen rothbraunen und weichen Feldspathkrystalle, welche noch ganz die Krystallform bewahren, sehr verdünnte Salzsäure: so sieht man die Kohlensäurebläschen nicht blos von den äufseren Flächen, sondern auch aus dem Innern der Krystalle aufsteigen. Nachdem aller kohlensaure Kalk zersetzt und der gröfsere Theil des Eisenoxyd aufgelöst worden, bleiben sehr poröse Massen zurück, welche meist noch unvollkommene Skelette der ursprünglichen Krystallform darstellen. Die Flüssigkeit, welche die Zersetzung bewirkte, drang daher durch die ganze Masse des Feldspath. Dies zeigte sich bei mehreren Versuchen, welche ich mit solchen pseudomorphen Krystallen angestellt habe. Aus dem längere oder kürzere Zeit anhaltenden Brausen ergab sich indefs, dafs die untersuchten Krystalle in sehr ungleichen Zersetzungsstufen begriffen waren.

Das Nachstehende wird darthun, dafs der kohlensaure Kalk und das Eisenoxyd, welche, letzteres als Eisenoxydulbicarbonat, durch Gewässer zum Feldspath geführt wurden, hinreichen, den Zersetzungsprocefs zu erklären.

Kalkbicarbonat und kieselsaures Kali geben kohlensaures Kali und Kalkcarbonat, wobei die Kieselsäure ausgeschieden wird (Kap. I. No. 11). Es ist daher denkbar, dafs Kalkbicarbonat enthaltende Gewässer die Zersetzung des Feldspath bewirkt haben, indem die halbgebundene Kohlensäure des Bicarbonat die alkalischen Silicate zersetzte, während die Alkalien als Carbonate und mit denselben die ausgeschiedene Kieselsäure von den Gewässern fortgeführt wurden, dagegen die unlösliche neutrale kohlensaure Kalkerde an deren Stelle trat. Enthielten die Gewässer neben Kalkbicarbonat Eisenoxydulbicarbonat:

so konnte nach Kap. I. No. 49 ein Theil der Thonerde durch sie fortgeführt werden. Da endlich Eisenoxydhydrat, entstanden durch Oxydation des Eisenoxydulbicarbonat in den Gewässern, alkalische Silicate zersetzt und Eisenoxydsilicat bildet (Kap. I. No. 48): so konnte die Zersetzung der alkalischen Silicate des Feldspath gleichzeitig durch Kalk- und Eisenoxydulbicarbonat von Statten gegangen sein.

Es ist daher begreiflich, wie Gewässer, welche diese beiden in ihnen äufserst selten fehlenden Bicarbonaten enthalten, die Kieselsäure, die Alkalien und die Thonerde des Feldspath gänzlich fortführen können. Da nämlich die Zusammensetzung X der des Feldspath noch ähnlich ist, da dieser Rest ungefähr $1/3$ des ursprünglichen Feldspath ausmacht: so sind $2/3$ von demselben fortgeführt worden, und an deren Stelle kohlensaurer Kalk und Eisenoxydsilicat getreten. Da endlich in X die Alkalien weniger und die Thonerde mehr als im unveränderten Feldspath betragen: so zeigt dies, dafs dieser Rest gleichfalls schon in Zersezzung begriffen war, und dafs die Alkalien früher als die Thonerde fortgeführt werden. Dies entspricht auch der oben gegebenen Erklärung des Zersetzungsprocesses, welcher damit beginnt, dafs die halbgebundene Kohlensäure des Kalkbicarbonat die alkalischen Silicate zersetzt und dafs gleichzeitig die Alkalien als Carbonate fortgeführt werden.

In neuerer Zeit erhielt Blum Krystalle der eben beschriebenen Art, die fast ganz aus kohlensaurem Kalk bestehen, so dafs sie nach ihm als wahre Verdrängungs-Pseudomorphosen von Kalkspath nach Orthoklas anzusehen sind. Dieselben liefsen, mit Salzsäure behandelt, nur einen ganz geringen Rückstand, der zum Theil Feldspath, zum Theil Kaolin zu sein schien. Die ursprüngliche Form der Krystalle, welche aus einem körnigen Aggregat von kohlensaurem Kalk bestehen, ist sehr gut erhalten. Zerbricht man dieselben: so bemerkt man im Inneren einzelne, zerstreut liegende Körnchen von Feldspath und Theilchen von Kaolin, woran man deutlich erkennen kann, dafs hier keine Ausfüllung, sondern eine Verdrängung vorliegt. Hiermit steht das oben über den Gang der Zersetzung Gesagte in völliger Uebereinstimmung.

Blum [1]) macht darauf aufmerksam, dafs die beschriebenen Pseudomorphosen ein sprechendes Beispiel von der Durchdringbarkeit eines sehr dichten Gesteins liefern, da das Wasser, um jene Zersetzungen zu vermitteln, jedenfalls den Porphyr durchdringen müsse. Der letztere zeigt sich indefs fast gar nicht alterirt; nur bemerkt man in demselben sehr feine Spalten, in denen sich kohlensaurer Kalk abgesetzt hat.

Mit den eben erwähnten Pseudomorphosen vergleicht Blum die Feldspathkrystalle aus dem Porphyr von *Teufelsgrund* im *Münsterthal*, die äufserlich frisch, im Innern angegriffen sind und einen bedeutenden Gehalt an kohlensaurem Kalk bekunden. Kalkbicarbonat haltendes Wasser mufs also nicht nur durch den Porphyr, sondern sogar in die Orthoklaskrystalle hineingedrungen sein, um in ihrem Innern seine verändernden Wirkungen auszuüben. Auch die Porphyrgrundmasse, und selbst der Glimmer in derselben, zeigt einen Gehalt an eingedrungenem kohlensauren Kalk.

Hauy, Freiesleben, Bonnard und Blum (I. Aufl. Bd. II. S. 304 ff.) führten Feldspathe an, welche in Speckstein umgewandelt sein sollten. Die zersetzten Feldspathe VII und VIII sind es, welche Blum als solche Pseudomorphosen beschrieb, und wovon er mir später das Material zur Analyse mittheilte. Die Resultate derselben zeigen, dafs hier eine Verwechslung des Specksteins mit Kaolin stattgefunden hat, welches um so leichter geschehen kann, da im äufseren Ansehen manche Kaoline den Specksteinen sehr ähnlich sind.

Feldspath in der Form anderer Mineralien. Aufser den S. 386 und 337 angeführten pseudomorphen Orthoklasen in Formen von Analcim und Laumontit, ist noch Feldstein in Formen von Kalkspath zu bemerken. Blum [2]) beschreibt solche Pseudomorphosen aus dem Pöhler Stollen

[1]) Pseudomorphosen. III. Nachtrag. S. 201 ff. Leider erhielt ich die schätzenswerthen neuern Beiträge von Blum, als der Druck bereits im Gange war. Im dritten Bande, namentlich im Erzkapitel, werde ich indefs diese Beiträge nicht unberücksichtigt lassen. Vielleicht, dafs in einem Nachtrag die auf den zweiten Band bezüglichen neuern Untersuchungen Blum's ihren Platz finden können.

[2]) Die Pseudomorphosen. S. 256. Zweiter Nachtrag. S. 103.

bei *Eibenstock* in *Sachsen*. Es sind grofse Krystalle, welche aufsen rauh, uneben und fleischroth und im Innern mit einer gelblich oder röthlichweifsen, dichten Feldsteinmasse, worin hier und da kleine Drusenräume mit Quarzkrystallen vorkommen, erfüllt sind. Ueberdies wechselt auch der Quarz von der Oberfläche der Krystalle aus nach dem Innern in 1 bis 2 Linien dicken Lagen mit dem Feldstein. An einigen Stellen, wo die Feldsteinmasse mehr erdig ist, ist die Feldsteinlage herausgewittert, so dafs dünne hohle Risse entstanden sind. Nach Blum's Ansicht entstanden diese Pseudomorphosen durch Umhüllung und wechselweises Ansetzen von Quarz und Feldstein nach innen, aber mit fast stetem Vorherrschen des letzteren. Innerhalb einer 1 bis 2 Linien dicken Kruste nimmt aber der Feldstein den ganzen Raum ein und hat so den Kalkspath gänzlich verdrängt.

Wir werden Bd. III. Kap. Kalkstein sehen, dafs diese Verdrängung eine grofse geologische Bedeutung hat.

K. G. Zimmermann [1]) beschreibt eine Pseudomorphose des Feldspath in Form des Bergkrystalls von *Krageröe*. Sie besteht aus röthlichem Feldspath, der rhomboedrische Durchgänge erkennen läfst. Die Zuschärfungsflächen der Endspitze zeigen kleine rundliche Eindrücke; sonst haben die Flächen vollkommen den Glanz des Feldspath. Diese Pseudomorphose kann nur durch Verdrängung entstanden sein.

Nach demselben kommt an derselben Lokalität eine Pseudomorphose von Titaneisen nach Feldspath vor. An dem Bruch der Anwachsstelle zeigt der Krystall gleichfalls rhomboedrische Durchgänge, aus denen hin und wieder noch etwas Orthoklas hervortrit.

B. Glasiger Feldspath, Sanidin.

Nach meinen Versuchen verlor glasiger Feldspath vom *Drachenfels* beim Digeriren mit Salzsäure 3,73 %; Eisenoxyd wurde in gröfster Menge und aufserdem Kieselsäure, Thonerde, Kalk und Magnesia extrahirt. Ein durch Eisenoxyd ziemlich braun gefärbter Krystall I, und ein ziemlich farbloser, der aber Magneteisen-Pünktchen enthielt, II,

[1]) Jahrb. für Mineral. 1860. S. 325 f.

beide vom *Drachenfels*, wurden wiederholt mit Salzsäure digerirt, nachdem nach jedesmaliger Behandlung die saure Flüssigkeit abfiltrirt und der Rückstand ausgewaschen worden war.

	Auszug aus I.	Auszug aus II.
Nach zweistündiger Digestion	2,06 %	—
" " "	1,43 "	2,02 %
" " "	0,52 "	1,59 "
Nach vierstündiger Digestion	0,81 "	0,44 "
Nach achtstündiger Digestion, und nachdem das Pulver noch 8 Stunden mit kalter Salzsäure in Berührung stehen geblieben war	0,76 "	0,97 "
Nach dreistündiger Digestion	0,91 "	0,34 "
Nach zweistündiger Digestion	0,55 "	0,84 "
Es wurden also im Ganzen extrahirt	7,04 %	6,20 %

Obige 2,06 % enthielten 1,07 Eisenoxyd, 0,09 Kieselsäure, 0,2 Thonerde und Spuren von Kalkerde, Magnesia und Alkalien. In den folgenden Extracten nahm das Eisen immer fort ab[1]).

Dieser Feldspath kommt vor im Trachyt, Phonolith, Dolerit, Basalt, Pechstein, in trachytischer Lava und in vulkanischen Auswürflingen.

Zusammensetzung:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	67,48	66,1	68,18	67,90	65,62
Thonerde	18,75	19,8	18,33	19,25	17,16
Eisenoxyd	0,60	—	0,71	1,42	1,67
Kalkerde	1,01	—	0,51	—	2,44
Magnesia	—	2,0	0,16	0,64	Spur
Kali	8,11	6,9	7,15	5,35	12,67
Natron	4,05	3,7	4,66	4,93	0,44
	100,00	98,5	99,70	99,49	100,00
Sauerstoffquotient . .	0,332	0,354	0,324	0,337	0,335

I. Glasige Feldspathkrystalle aus dem Trachyt des *Drachenfels*. Berthier.

[1]) Da die Rückstände, nach jeder Digestion, nicht mit kochender Lauge von kohlensaurem Natron behandelt wurden: so blieb die ausgeschiedene Kieselsäure gröfstentheils zurück; die ganze Menge der zersetzten Feldspathe ist also gröfser, als sie gefunden wurde.

II. Vom *Mont d'Or.* Berthier[1]).

III. Aus dem Trachyt-Conglomerat am *Langenberg.* G. Bischof.

IV. Aus einem eigenthümlichen Gesteine an der kleinen *Rosenau* im *Siebengebirge,* in welchem kleine, weifse, stark durchscheinende glasige Feldspathkrystalle sparsam eingewachsen sind. Sie gaben weder im Wasserbade noch beim Glühen Wasser; sie sind daher ganz frisch und unverändert. G. Bischof.

V. Aus dem Trachytconglomerat vom *Lutterbach* im *Siebengebirge.* Lasch[2]).

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Kieselsäure .	67,42	67,09	66,73	65,84	65,36	65,00
Thonerde .	15,88	18,88	17,56	17,61	19,41	18,64
Eisenoxyd .	2,83	1,25	0,81	0,74	0,43	0,83
Manganoxyd	—	—	—	—	—	0,13
Kalkerde .	2,77	0,35	1,23	0,18	0,55	1,23
Magnesia . .	0,15	0,03	1,20	0,06	0,87	1,03
Kali . . .	10,52	7,58	8,27	14,39	9,32	9,12
Natron . .	0,43	4,59	4,10	1,18	4,06	3,49
Glühverlust .	—	0,24	—	—	—	—
	100,00	100,01	99,90	100,00	100,00	99,47
Sauerstoffquot.	0,315	0,337	0,338	0,329	0,362	0,373

VI. Aus dem Trachytconglomerat vom *Scharfenberg.* Lasch[3]).

VII. Glasige Feldspathkrystalle aus dem Lavastrom von *St. Vico* zwischen *Lacco* und *Forio* auf *Ischia.* G. Bischof.

VIII. Aus dem Gesteine des *Epomeo* auf *Ischia.* Abich[4]).

IX. Grofse reine Feldspathkrystalle aus dem vulkanischen Sande (feldspathigem Conglomerat) von *Rokeskyll* in der *Eifel.* Bothe[5]).

[1]) Ann. des mines. Sér. II. T. III et VII.

[2]) Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westphalens. Bd. IX. S. 336.

[3]) Ebend.

[4]) Geolog. Beobachtungen über die vulkanischen Erscheinungen in *Unter-* und *Mittelitalien.* 1841. S. 7.

[5]) Verhandlungen u. s. w. S. 336.

X. Glasige Feldspathkrystalle aus zersetztem Phonolith von *Kostenblatt* in *Böhmen*. Heffter und Joy[1]).

XI. Ganz reine sorgfältigst ausgewählte glasige Feldspathkrystalle aus der Lava vom *Arso* auf *Ischia*. Abich[2]).

	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.
Kieselsäure	65,96	66,65	66,80	65,26	65,59	66,03	69,0
Thonerde	18,71	18,91	16,69	17,62	16,45	17,87	19,7
Eisenoxyd	Spur	Spur	1,36	0,91	1,58	0,52	—
Kalk . .	1,51	1,49	0,35	1,05	0,97	0,47	1,4
Magnesia	0,73	0,76	1,43	0,35	0,53	0,19	Spur
Natron .	4,77	4,45	4,93	2,49	2,04	6,08	5,0
Kali . .	8,31	7,74	8,44	11,79	12,84	8,86	5,3
Glühverlust	—	—	—	—	—	—	0,4
	99,99	100,00	100,00	99,47	100,00	100,02	100,8
S.-Q. α .	0,346	0,341	0,33	0,346	0,329	0,345	
„ β . .	0,346	0,341	0,329	0,344	0,325	0,342	

XII. und XIII. grofser klarer Sanidinkrystall bei *Rokeskyll* in der *Eifel* lose in vulkanischem Sande gefunden. Bei XII wurde mit kohlensaurem Baryt aufgeschlossen, in den andern Analysen mit Flufssäure.

XIV. Kleine etwas bräunliche Krystalle von demselben Fundort.

XV. In Trachyt eingewachsene Krystalle von *Perlenhardt*.

XVI. Kleine Krystalle, die sich nördlich am Fufse des *Drachenfels* im Trachytconglomerat zu grofsen Kugeln vereinigt fanden.

XVII. Kleine, wasserhelle Krystalle von *Pappelsberg* im nördlichen *Siebengebirge*.

Sauerstoffquot. α ist bestimmt, wenn das Eisen als Oxyd, β wenn dasselbe als Oxydul angenommen wird.

XII. bis XVII. nach Lewinstein[3]). Derselbe bemerkt, dafs man den glasigen Feldspath nur als eine Varietät des Orthoklas ansehen mufs, die sich von diesem nur durch ihr höheres specifisches Gewicht und ihr Vorkommen unterscheidet. Die Identität der Sauerstoffquotienten beider Feldspathe rechtfertigt diese Bemerkung.

[1]) Miscell. chim. researches. Göttingen 1853. S. 30.

[2]) A. a. O. S. 44.

[3]) Ueber die Zusammensetzung des glasigen Feldspath. Heidelberg 1856.

XVIII. Glasiger Feldspath aus dem Dolerit von der *Löwenburg* im *Siebengebirge* nach G. v. Rath[1]).

Mit Ausnahme von II, X und XI kommen die Sauerstoffquotienten in den übrigen Analysen dem = 0,333 so nahe, dafs man vollkommen berechtigt ist, diesen für den normalen zu halten. In II, X und XI steigt er merklich über den normalen; aus diesen glasigen Feldspathen ist daher etwas Kieselsäure fortgeführt worden. Dies ist aber eine beginnende Zersetzung in Kaolin, und in Uebereinstimmung mit dieser beim Orthoklas so allgemein stattfindenden Zersetzung.

Die vorstehenden Analysen zeigen, dafs das Kali gegen das Natron stets vorherrschend ist; es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs dies die Regel ist und dafs zwei hier nicht angeführte Analysen, welche das umgekehrte Verhältnifs angeben, entweder Ausnahmen bilden oder fehlerhaft sind.

Die glasigen Feldspathkrystalle III, V, VI aus dem Trachytconglomerat sind ungemein frisch und unverändert. Ihre Kanten und Ecken sind ganz scharf, ihre ziemlich vielen Flächen völlig glatt und glänzend[2]). Da nun das Trachytconglomerat ganz deutlich geschichtet ist, da es an manchen Stellen Blätterabdrücke und fossiles Holz enthält: so ist seine sedimentäre Bildung nicht zu bezweifeln. Hätten daher die Feldspathkrystalle in den trachytischen Gesteinen, durch deren mechanische und chemische Zerstörung das Conglomerat entstanden ist, praeexistirt: so hätten sie wie die übrigen Bestandtheile desselben durch Gewässer fortgeführt und gleich den an verschiedenen Stellen darin vorkommenden mehr oder weniger veränderten Trachytbruchstücken und den abgerundeten Grauwackenbrocken gleichfalls verändert und abgerundet werden müssen. Damit ist aber ihr ungemein frischer und unveränderter Zustand in vollem Widerspruche; sie können daher nur im Conglomerate selbst und dann nur auf nassem Wege entstanden sein.

Wollte man für einen Augenblick annehmen, das

[1]) Zeitschr. der deutschen geolog. Gesellsch. Bd. XII. S. 44.

[2]) von Dechen in den Verhandlungen a. a. O. S. 458.

Conglomerat sei aus Trachyten, die an Ort und Stelle zersetzt worden wären, entstanden: so würde auch damit die völlige Conservation der Feldspathkrystalle in Widerspruch stehen; denn wie hätten die Grundmassen dieser Gesteine die bedeutende Veränderung, welche sie zeigen, erleiden können, ohne dafs die Krystalle daran irgend einen Antheil genommen hätten? — Dafs glasige Feldspathkrystalle aus zersetzten Gesteinen gleichfalls schon etwas verändert sind, wenn sie auch noch die Schärfe ihrer Kanten und Ecken und ihre Durchsichtigkeit bewahren, zeigt der Sauerstoffquotient in X, der nächst dem in XI der höchste unter allen bis jetzt analysirten glasigen Feldspathen ist. Die mit dem normalen Sauerstoffquotienten fast ganz übereinstimmenden Sauerstoffquotienten der Feldspathkrystalle aus dem Conglomerate (III, V und VI) zeigen aber, dafs diese eben so wenig chemisch als mechanisch verändert sind.

Die glasigen Feldspathkrystalle VI und VIII aus Laven nehmen die Plutonisten für unumstöfsliche Beweise ihrer plutonischen Bildung; es sind aber nur die alten Laven, in denen sie vorkommen, und was dies bedeutet, das wurde S. 297 ausführlich besprochen. Die im Jahr 1301 aus dem *Arso* ausgeflossene trachytische Lava, von welcher die Feldspathkrystalle XI herrühren, ist der einzige historisch bekannte Ausbruch auf *Ischia* [1]; der Ausflufs der Lava von St. *Vico* auf *Ischia*, von welcher die Feldspathkrystalle VII abstammen, fällt daher in vorhistorische Zeiten. Bildeten sich, wie wir bewiesen zu haben glauben, die glasigen Feldspathe im Trachytconglomerate des *Siebengebirges* auf nassem Wege: so ist dasselbe von den Feldspathen VII und XI anzunehmen; denn die Grundmasse der Laven, aus welcher letztere abstammen, enthält ebenso wie das Conglomerat das dazu nöthige Material.

Hinsichtlich der Bildung der Feldspathkrystalle in der Lava vom *Arso* ergibt sich ein Zeitraum von 500 Jahren; aber dieser Zeitraum umfafst nicht blos ihre Bildung sondern auch ihre theilweise Zersetzung; denn der Sauerstoffquotient in XI ist der höchste von allen bis

[1]) Abich a. a. O. S. 42.

jetzt analysirten glasigen Feldspathen, und zeigt daher einen ungefähr 3% betragenden Verlust von Kieselsäure an.

Jenzsch [1]) beschreibt Sanidinkrystalle von höchstens 1,5 mm. Länge, welche sich in den aus Melaphyr entstandenen Thonen vom *Tanhof* (hier sehr häufig) und vom *Buschberge* bei *Zwickau* finden. Ihre Flächen sind gewöhnlich etwas rauh und mit einem zweiten Ueberzuge des sie umgebenden Thones bedeckt; im Innern sind sie vollkommen wasserhell, zeigen nie Zerklüftungen und besitzen einen lebhaften Glasglanz, den man besonders auf den leicht zu erhaltenden Spaltungsflächen beobachten kann. Da die dortigen frischen Melaphyre Sanidin als Gemengtheile nicht enthalten: so mufs derselbe in Folge der Gesteinsverwitterung im Thone selbst gebildet worden sein. Dasselbe gilt auch von dem Glimmer, der denselben in kleinen, schwarzen lebhaft glänzenden Blättchen begleitet.

Wir müssen es unseren Lesern überlassen, diese Beweise für die neptunische Bildung der glasigen Feldspathkrystalle im Trachytconglomerat und in trachytischen Laven zu würdigen und zu erwägen, ob noch Gründe vorhanden sind, für die in Trachyten und in Trachytgängen vorkommenden glasigen Feldspathkrystalle eine andere Bildungsart anzunehmen. Wir können solche Gründe nicht auffinden.

Umwandlungsprocesse, denen der glasige Feldspath unterliegt, sind nicht bekannt, obgleich die grofse Aehnlichkeit seiner Zusammensetzung mit der des Orthoklas auf ähnliche Umwandlungsprocesse, wie bei diesem schliefsen läfst. Durch Umwandlung des Leucit scheint aber glasiger Feldspath zu entstehen (siehe dieses Kap. Leucit). Sollte dies durch eine chemische Analyse constatirt werden: so würde sich ein neuer Beweis für seine neptunische Bildung ergeben.

C. Ryakolith.

Er wird von den Säuren stark angegriffen. In Laven und anderen vulkanischen Producten am *Vesuv* und am *Laacher See* findet er sich theils in Krystallen im Gestein, theils in Drusenräumen. Er wurde vom glasigen

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. CV. S. 618 ff.

Feldspath, unter welchem man ihn sonst begriff, von G. Rose [1]) getrennt.

Zusammensetzung nach G. Rose.

Kieselsäure . . .	50,31
Thonerde	29,44
Eisenoxyd . . .	0,28
Kalkerde	1,07
Magnesia	0,23
Kali	5,92
Natron	10,56
	97,81
Sauerstoffquotient .	0,686

D. Albit.

Der Albit wird von Säuren nicht angegriffen.

Er kommt manchmal im Granit vor, gewöhnlich im Diorit und Dioritporphyr, vorzugsweise in Drusenräumen und Klüften dieser beiden Gesteine, so wie im Hornblendeschiefer, Granit und Gneifs. Das merkwürdige Vorkommen von Albitkrystallen auf Orthoklas wurde (S. 405) angeführt. Der Albit findet sich auch mit Glimmer und Chlorit im Bergkrystall eingeschlossen, ferner in kleinen Höhlungen im Syenit nach Weibye [2]), nach F. Sandberger [3]) krystallisirt in Drusenräumen des Taunusschiefer. Die in diesem überall vorhandenen Klüfte sind von Quarz erfüllt; in ihnen fehlen selten Krystalle und krystallinische Partieen von Albit. In mächtigen, feinkörnigen Aussonderungen kommen sie im quarzigen Schiefer der *Würzburg* und der *Leichtweishöhle* mit eingesprengten mikroskopischen Magneteisenoctoedern und Eisenglimmer vor. Ein von meinem Freunde von Dechen erhaltener Taunusschiefer aus der Gegend von *Homburg* schliefst auf einer Kluftfläche ebenfalls kleine Feldspathkrystalle, wahrscheinlich Albit, mit etwas Quarz und Eisenglimmer ein. Auch Scharff [4]) fand Albit in aus-

1) Poggendorff's Ann. Bd. XV. S. 193 und Bd. XXVIII. S. 143.

2) Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 528.

3) Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum *Nassau*. Bd. VI. S. 4.

4) Ebend. Bd. IX. S. 41.

gezeichneten Krystallen mit Chlorit, Quarz und Kalkspath in einem gangartigen Raume des grünen Taunusschiefer am *Königsteiner Burgberg.*

In *Schweden* (*Finbo* und *Brodbo* bei *Fahlun*) kommt Albit auf Quarzgängen in Gneifs vor. Im körnigen Kalk auf der Insel *Langö* in *Norwegen* fand Weibye[1]) Albitkrystalle, welche den Kalkspath nach allen Richtungen durchsetzten. Hessenberg[2]) beschreibt das Vorkommen des Albit am *Col de Bonhomme* (am *Montblanc*), wo derselbe porphyrartig in ein schieferiges, unkrystallinisches, magnesiahaltiges Kalkgestein eingewachsen ist. Er kommt auch in Höhlungen von derbem Albit vor[3]).

Im Mineraliencabinet zu *Berlin* sah ich eine Stufe von *Arendal*, wo Albit auf Epidot sitzt, sich auch in Sprünge desselben hineinzieht und in kleinen Partieen darin eingeschlossen ist. Im Diorit *Mähren's* findet sich Albit oder Quarz mit Epidot auf Kluftflächen[4]).

All dieses Vorkommen zeigt entschieden die Bildung des Albit auf nassem Wege, und dafs sie eine sehr neue ist, indem sie sogar noch nach der Bildung von Kalkspath und Epidot stattgefunden hat.

Wir schliefsen die früheren Analysen, welche kein Kali nachweisen, aus. Unter den neueren sind zwar zwei (XIII und XVIII. Vergl. auch S. 407), welche gleichfalls kalifrei sind; gewifs gehören aber solche Albite zu den Seltenheiten.

	S.-Q.
I. Albit von *Zöblitz* im *Erzgebirge*. C. Gmelin .	0,339
II. Krystallisirter Albit von *Miask* aus *Grünstein*. Abich	0,338
III. Albit von *Brevig* in *Norwegen*. Erdmann .	0,338
IV. Periklin von der Insel *Pantellaria*, im Trachyt. Abich	0,335

1) A. a. O. Bd. XXII. S. 507.
2) Jahresber. 1856. S. 858.
3) Ebend. S. 469.
4) Heinrich im dritten Jahresb. des Werner-Vereins. S. 14.
I. Kastner's Archiv. Bd. II. S. 92.
II. Berg- und hüttenmännische Zeitung. Jahrgang I. Stück 19.
III. Berzelius Jahresber. Bd. XXI. S. 192.
IV. Poggendorff's Ann. Bd. LI. S. 526.

S.-Q.

V. Krystallisirter Albit in Drusen des Granit des *Riesengebirges*, bei *Schreibershau*, mit krystallisirtem Feldspath. Lohmeyer 0,340

VI. Albit vom tiefen Fürstenstollen bei *Freiberg*. Kersten 0,331

VII. Albit von *Marienbad* in *Böhmen*, aus einem glimmerschieferähnlichen, granathaltigen Gesteine. Derselbe 0,327

VIII. Albitkrystall von grofser Reinheit von *Snarum* in *Norwegen*. Schneeweifs, stark durchscheinend und auf den Spaltungsflächen stark perlmuttartig glänzend. Er enthielt mehr Kalk als irgend ein anderer Albit. Scheidthauer 0,364

IX. Albit von *Laugafjall* auf *Island* aus einem Phonolithgestein. Damour 0,354

X. Schneeweifser feinkörniger Albit vom *St. Gotthardt*. Brooks (S. 407) 0,346

XI. Albitähnliches Mineral aus *Pennsylvanien*. Es ist schneeweifs, an den Kanten durchscheinend und von der Härte des Albit. Redtenbacher 0,358

XII. Albitähnliches Mineral von *Pisofe* bei *Popayan* in *Columbien*. Im Allgemeinen hat es ganz das Ansehen von Albit. Die Krystalle sind schneeweifs, jedoch durchscheinend und auf den Spaltungsflächen glänzend, aber nicht eben genug, um die Gröfse der einspringenden Winkel genau bestimmen zu können. Francis (siehe unten Oligoklas S. 448 XXXIV) 0,575

XIII. Körniger weifser Albit von *Lancaster Co. Pennsylvanien*. Brush 0,372

V. Ebend. Bd. LXI. S. 390.
VI. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 172.
VII. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 648.
VIII. Poggendorff's Ann. Bd. LXI. S. 393.
IX. Bull. de la soc. géol. Sér. II. T. VII. S. 83.
X. Poggendorff's Ann. Bd. LXI. S. 392.
XI. Ebend. Bd. LII. S. 468.
XII. Ebend. S. 471.
XIII. und XIV. B. Silliman Americ. Journ. Ser. II. T. VIII. S. 300.

	S.-Q.
XIV. Aehnliche Varietät von *Unionville*, *Chester Co. Pennsylvanien.* Weld	0,381
XV. Aehnliche Varietät von *Westchester.* Boye und Booth	0,361
XVI. Desgleichen von *Wilmington. Pennsylvanien* Sehr zur Verwitterung geneigt. Boye und Booth	0,388
XVII. Albit aus *Canada* (Thomson's Peristerit). Hunt	0,373
XVIII. Albit aus *Calveras Co.* in *Californien*, hier in undeutlichen Kryställchen mit goldführendem Schwefelkies und gediegen Gold vorkommend. F. A. Genth	0,345
XIX. In beginnender Zersetzung begriffener, graulichweifser derber Albit von der *Steelegrube*, *Montgomery Co.* in *Nordcarolina.* Pöpplein	0,445

Die Sauerstoffquotienten der Albite I bis VII kommen dem von 0,333 so nahe, dafs man vollkommen berechtigt ist, diesen für den normalen zu halten. Die Sauerstoffquotienten der übrigen Albite steigen aber über den normalen und zeigen daher an, dafs aus diesen schon mehr oder weniger Kieselsäure fortgeführt worden ist. Es folgt hieraus, dafs diese Art der allmäligen Zersetzung ihnen allen gemein ist, das heifst, dafs sie im Uebergange zum Kaolin begriffen waren.

Es befremdet, dafs VIII, obgleich die äufsern Kennzeichen auf vollkommene Integrität schliefsen lassen, doch schon etwas zersetzt war. Sollten vielleicht nur die durchsichtigen Albite die ganz unveränderten, und die blafs durchscheinenden schon in beginnender Zersetzung begriffen sein? — Bei künftigen Analysen wäre auf diese äufseren Kennzeichen besondere Rücksicht zu nehmen, um durch Vergleichung derselben mit den Resultaten der Analyse über diese Vermuthung entscheiden zu können.

In dem Albit XIX stimmt der hohe Sauerstoffquotient mit der bereits eingetretenen Zersetzung überein.

XV. und XVI. Proceed. of the Am. phil. soc. T. II. S. 190.
XVII. Phil. Mag. Ser. IV. T. I. S. 322.
XVIII. Silliman Am. Journ. T. XXVIII. S. 249.
XIX. Ebend.

Der höchste Sauerstoffquotient in XII, welcher auf eine schon sehr weit fortgeschrittene Zersetzung oder Umwandlung in Kaolin deutet, ist mit den äufseren Kennzeichen, welche nur auf geringe chemische Veränderungen schliefsen lassen, in vollem Widerspruche. Sollte nicht vielleicht das Mineral ein etwas veränderter Labrador sein? — Der hohe, dem Albit nicht entsprechende Kalkgehalt, und die ganze Zusammensetzung sprechen dafür.

Die hohen Sauerstoffquotienten in XIII bis XVII sind ganz im Widerspruche damit, dafs die Albite XIII und XIV härter sein sollen als Quarz; denn mit beginnender Umwandlung in Kaolin kann die Härte nur abnehmen. Es bedarf daher weiterer Prüfungen.

Procentische Zusammensetzung normaler und veränderter Albite, ausgewählt aus den obigen Analysen.

	VII.	IV.	I.	VIII.	XVI.	XII.
Kieselsäure .	68,70	68,23	67,94	66,11	65,46	56,72
Thonerde .	17,92	18,30	18,93	18,96	20,74	26,52
Eisenoxyd .	0,72	1,01	0,48	0,34	0,54	0,70
Kalkerde .	0,24	1,26	0,15	3,72	0,71	9,38
Magnesia .	—	0,51	—	0,16	0,74	—
Natron . .	11,01	7,99	9,99	9,24	9,98	6,19
Kali . . .	1,18	2,53	2,41	0,57	1,80	0,80
Glühverlust .	—	—	0,36	—	—	—
	99,77	99,83	100,26	99,10	99,97	100,31
Sauerstoffquot.	0,327	0,335	0,339	0,364	0,388	0,575

Umwandlung in Kaolin. Wie sehr die Albite zu einer solchen Umwandlung geneigt sind, welches ohne Zweifel mit ihrem gegen das Kali bei weitem überwiegenden Natrongehalte im Zusammenhange steht, hat sich aus dem Obigen ergeben. Gänzliche Umwandlungen in Kaolin zeigen sich unter andern im *Erzgebirge* (*Kaschauer Lagergruppe*) in einem grünsteinartigen Gesteine [1]), und in einem Moore bei *Marienbad*, wo Albitpartieen wahrscheinlich durch Kohlensäure-Exhalationen in eine kaolinartige Masse umgewandelt waren, während Orthoklas nicht im mindesten angegriffen war.

[1]) Naumann Erläuterungen. Bd. II. S. 219 u. s. w.

Wernerit scheint sich in Albit umwandeln zu können (siehe Kap. XXIX). Vielleicht ist aber dieser Albit nur ein Infiltrationsproduct.

Morlot[1]) erwähnt Pseudomorphosen von Orthoklas in Formen von Albit.

E. Oligoklas, Natronspodumen.

Dafs dieser Feldspath nicht ganz den Säuren widersteht, fand Schmid, als er ihn drei Wochen lang mit Salzsäure in einer Temperatur von ungefähr 50° R. digerirte: es wurden 5,16 % Kieselsäure und Basen extrahirt.

Er kommt vor im Granit, Gneifs, Augitporphyr, Trachyt, Hornblendegestein etc.

In folgender Zusammenstellung finden sich noch mehrere andere Fundorte.

Wir stellen alle bisherigen Analysen, nur mit Ausnahme einer einzigen, in welcher die Alkalien nicht von einander geschieden wurden, zusammen. Natron ist gegen Kali stets im Ueberschusse vorhanden[2]): letzteres fehlt nur selten, vielleicht gar nicht.

	S.-Q.
I. Grünlichweifser Oligoklas aus dem Kensantit (Glimmerdiorit) von *Visembach* in den *Vogesen*. Delesse	0,405
II. Gelblichgrauer oder gelblichweifser bis erbsengelber Loxoklas (Breithaupt) von *Hammond* in *New-York*, mit Augit, Graphit und Kalkspath, sitzt auf den beiden ersten und wird von letzterem überlagert. Plattner	0,405

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1847. S. 845. Das Nähere hierüber ist sehr zu wünschen, da eine solche Umwandlung, wenn sie unzweifelhaft sein sollte, sehr interessant sein würde.

[2]) Nur der Oligoklas aus Granit von *Obernsee* nach Forster und Withney und der von *Borodin* in *Finnland* nach Sartorius v. Waltershausen weisen mehr Kali als Natron nach. Da nach Kap. I. No. 38 Natronsilicat durch kohlensaures Kali zersetzt und kohlensaures Natron und Kalisilicat gebildet wird: so ist es möglich dafs Gewässer, welche kohlensaures Kali enthalten, eine solche theilweise Veränderung des Oligoklas bewirkt haben.

I. Ann. des mines. Sér. IV. T. XIX. p. 165.

II. Poggendorff's Ann. Bd. LXVII. S. 419.

		S.-Q.
III.	Röthlicher Oligoklas aus dem Tantalitbruche zu *Kimito* in *Finnland* im Granit. Von den meisten Varietäten des Oligoklas unterscheidet er sich durch gänzliche Abwesenheit von Magnesia; er enthält auch kein Eisenoxyd, welches seiner röthlichen Farbe wegen auffallend ist. Chodnew	0,407
IV.	Grünlichweifser Oligoklas aus dem dunkelgrünen Porphyr von *Quenast* in *Belgien*. Delesse	0,412
V.	Oligoklas von Auswürflingen des *Pik von Teneriffa*. Deville	0,415
VI.	Gelblichweifser Oligoklas aus einem Granitgeschiebe von *Schleswig-Holstein*. Wolff .	0,416
VII.	Grünlichweifser bis lauchgrüner Oligoklas von *Schaitansk* im *Ural* aus einem grofskörnigen Granit, der einen Gang im Serpentin bildet. Bodemann	0,418
VIII.	Schnee-gelblich- oder grünlich-weifser Oligoklas aus dem Granit von *Warmbrunn* in *Schlesien*. Rammelsberg	0,425
IX.	Krystallisirter Oligoklas von *Arendal*. Hagen	0,428
X.	Oligoklas aus den vulkanischen Gesteinen von *Teneriffa*. Deville	0,428
XI.	Grünlicher Oligoklas aus dem Gneifs des *tiefen Fürstenstollen* bei *Freiberg*. Kersten . .	0,430

III. Ebend. Bd. LXI. S. 390.

IV. Ann. des mines. Sér. IV. T. XVIII. p. 103.

V. Études géologiques sur les îles de *Teneriffe* et de *Fogo*. Paris 1848.

VI. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXIV. S. 234.

VII. Poggendorff's Ann. Bd. LV. S. 110.

VIII. Ebend. Bd. LVI. S. 617.

IX. Ebend. Bd. XLIV. S. 329. Hessenberg zieht aus seinen Messungen an Oligoklaskrystallen von *Arendal*, sowie aus dem seifenartigen, stets trüben Ansehen dieses Minerals den Schlufs, der Oligoklas sei lediglich ein veränderter Albit oder Periklin, deren Form er mehr oder weniger gut erhalten darstellt (Jahresber. 1856 S. 858).

X. Compt. rend. T. XIX. p. 46.

XI. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 173.

S.-Q.

XII. Oligoklas aus glasiger Lava vom *Pik* auf *Teneriffa.* Deville 0,432

XIII. Oligoklas aus dem Trachyt der Schlucht von *Fuente Agria.* Derselbe 0,432

XIV. Oligoklas aus dem Granit der Insel *Elba.* Damour 0,433

XV. Schwach gelblichgrüner nicht krystallisirter Oligoklas aus einem Granitgange bei *Danoiks-Zoll* in *Schweden.* Berzelius . . . 0,436

XVI. Bläulichgrauer oder schmutziggelblicher Oligoklas aus Hornblendegestein auf der Kuppe des *Hammelika-Berges* bei *Marienbad* in *Böhmen.* Kersten 0,436

XVII. Weifser ins Grüne ziehender Oligoklas aus dem Protogyn der *Alpen.* Delesse . . 0,437

XVIII. Kalkoligoklas (Hafnefjordit) in Höhlungen von Lava bei *Hafnefjord* auf *Island.* Forchhammer 0,444

XIX. Lauchgrüner Oligoklas von *Boden* im *Erzgebirge.* Kerndt 0,445

XX. Oligoklas von *Arriège* in *Frankreich.* Laurent 0,449

XXI. Oligoklaskrystalle aus dem Augitporphyr von *Ajatskaja* im *Ural.* Francis 0,451

XXII. Oligoklaskrystalle von *Arendal.* Rosales . 0,453

XXIII. Oligoklas von *Ytterby.* Berzelius . . 0,464

XXIV. Kalkoligoklas unweit *Sala* bei *Mellandamsbacken.* Svanberg 0,470

XXV. Theils weifser theils röthlicher Oligoklas

XII. und XIII. Études etc.
XIV. Rammelsberg. Suppl. V. S. 178.
XV. Jahresber. Bd. IV. S. 147.
XVI. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 653.
XVII. Ann. de chim. et de phys. Sér. III. T. XXV. p. 14.
XVIII. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXX. S. 389.
XIX. Ebend. Bd. XLIII. S. 214.
XX. Ann. de chim. et de phys. T. LIX. p. 108.
XXI. Poggendorff's Ann. Bd. LII. S. 470.
XXII. Ebend. Bd. LV. S. 109.
XXIII. Berzelius Jahresber. Bd. XIX. S. 302.
XXIV. Ebend. Bd. XXVII. S. 248.
XXV. Poggendorff's Ann. Bd. LXIV. S. 153.

S.-Q.

(Avanturinfeldspath) bei *Toedestrand* in *Norwegen* in Adern von Gneiſs. Das ausgezeichnete Farbenspiel desselben rührt wahrscheinlich von kleinen Eisenglanzkrystallen her, welche nach gewissen Gesetzen eingewachsen sind. Die ganze Menge des durch Salzsäure extrahirten Eisenoxyd betrug indeſs nur $^1/_5$ bis $^1/_4$ %. Alle Erscheinungen führen zur Annahme, daſs Oligoklas und Eisenglanz gleichzeitige Bildungen sind. Auſser den ringsum ausgebildeten Krystallen zeigten sich im Innern des Sonnensteins an vielen Stellen mehr oder weniger unförmliche Partieen derselben Masse, aus welcher die Krystalle bestanden. Dieselben hatten zum Theil sehr sonderbare Contouren, welche anzudeuten schienen, daſs ein im Entstehen begriffener Krystall an seiner Vollendung verhindert, oder daſs ein schon ausgebildeter Krystall theilweise wieder verschwunden war. Die Länge des gröſsten Krystalls betrug 0,308 Linien; sie sank aber bis auf 0,12 Lin. Die Dicke der röthlich durchscheinenden war 0,00035 und 0,00017, der gelben aber nur ungefähr 0,00001 Lin. Th. Scheerer 0,470

Dieser hohe Sauerstoffquotient scheint anzudeuten, daſs dem Material zur Analyse unförmliche, wahrscheinlich kaolinisirte Partieen, beigemengt gewesen waren.

XXVI. Milchweiſse Oligoklaskrystalle aus dem Diabas von *Chalanges* bei *Allemont* (*Dauphiné*). Lory 0,483

XXVII. Oligoklas aus einem ähnlichen Gestein von *Bourg d'Oisans*. Lory 0,487

XXVIII. Röthlicher Oligoklas aus rothem antiken Porphyr. Delesse 0,493

XXIX. Andesin aus dem Dioritporphyr (Andesit)

XXVI. Bullet. géol. de France. Sér. II. T. VII. p. 542.
XXVII. Ebend.
XXVIII. Ann. de chim. et phys. Sér. III. T. XXX. p. 81.
XXIX. Poggendorff's Ann. Bd. LI. S. 523.

	S.-Q.
von *Marmato*. Er nähert sich in Betreff seiner Schmelzbarkeit dem Oligoklas. Abich .	0,500
XXX. Derselbe nach Rammelsberg . . .	0,504
XXXI. Milchweifser Oligoklas aus dem Syenit vom *Ballon de Servance* in den *Vogesen*. Delesse	0,502
XXXII. Korallenrother von *Coravillers* aus dem Syenit in den *Vogesen*. Derselbe . . .	0,505
XXXIII. Oligoklas in graugrünen Körnern aus dem Variolit der *Durance* (*Mont-Genèvre* bei *Briançon*). Delesse	0,529
XXXIV. Feldspath eingliedriger, aus dem Porphyr (*granito amandola*) des *Esterrelgebirges* bei *Fréjus* im *südlichen Frankreich*. Rammelsberg	0,544

Dieser Chemiker bemerkt, dafs sich dieser Feldspath so wie der Andesin als Verbindungen von 1 Atom Oligoklas mit 2 At. Labrador betrachten lassen, und weiset auf die nahe Uebereinstimmung dieser Mineralien mit dem albitähnlichen Feldspath von *Pisoje* (siehe Albit S. 441. XII) hin.

Delesse hält die beiden Feldspathe XXXI und XXXII für identisch mit dem Andesin. G. Rose[1]) bemerkt dagegen, dafs die Selbstständigkeit dieses nur einmal analysirten Minerals keineswegs erwiesen sei, und glaubt daher diese beiden Feldspathe für etwas zersetzte Oligoklase halten zu müssen, wofür auch der Wassergehalt spricht. Delesse bemerkt selbst, dafs diese Feldspathe ziemlich selten unverändert, meist milchweifs oder korallenroth und sogar gänzlich in Kaolin übergehend erscheinen. Wir können daher der Ansicht G. Rose's nur beistimmen; glauben aber noch einen Schritt weiter gehen zu dürfen, und den Andesin selbst für einen etwas zersetzten Oligoklas halten zu müssen. In der That

XXX. Suppl. V. S. 47.

XXXI. und XXXII. Extrait des Mémoires de la Société d'émulation du Doubs.

XXXIII. Ann. des mines. Sér. IV. T. XVII. S. 119.

XXXIV. A. a. O.

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. I. S. 369. Erste Aufl. Bd. II. S. 919 u. s. w.

stimmen die Sauerstoffquotienten von XXXI und XXXII mit denen von XXIX und XXX fast völlig überein, und die Analysen selbst zeigen dieselbe Uebereinstimmung. Was XXXIV betrifft, so möchte man vermuthen, dafs dieser Feldspath gleichfalls ein Oligoklas sei, der aber unter allen oben aufgeführten in seiner Zersetzung am meisten fortgeschritten wäre, obgleich dies mit seinem Vorkommen in grofsen schönen Krystallen nicht wohl in Einklang zu bringen ist.

XXXV. Schneeweifser Feldspath mit Hornblende in einem grofskörnigen Gemenge, worin er den bei weitem vorherrschenden Gemengtheil ausmacht. Varentrapp 0,534

Dieser Feldspath, welcher als ein, dem Labrador ähnliches Mineral angeführt ist, schliefst sich hinsichtlich seines Sauerstoffquotienten und seiner Zusammensetzung den Nummern XXXIII und XXXIV an. Auf mineralogischem Wege läfst sich hierüber nicht entscheiden, da er nicht krystallisirt vorkommt.

XXXVI. Grünlicher Feldspathkrystall aus dem Porphyr *Chagey* (*Haute-Saône*). Delesse hält ihn zwar für Andesin; wir können ihn aber nur für einen etwas zersetzten Oligoklas nehmen, besonders da er 2,28 % Wasser und kohlensauren Kalk enthält. Diese Feldspathkrystalle werden durch die erste Einwirkung der Atmosphärilien ziegelroth und hierauf kaolinisirt 0,482

XXXVII, Derber Kalkoligoklas aus dem Diorit von *Pir-Rosang* in *Graubündten*, vom Rath . 0,535

XXXVIII. Oligoklas aus dem Juliergranit vom *Albulaberge* in *Graubündten*. Derselbe . 0,438

XXXIX. Umgewandelter Leucit aus der Gegend

XXXV. Poggendorff's Ann. Bd. LII. S. 473.

XXXVI. A. a. O.

XXXVII. Jahresber. 1858. S. 706.

XXXVIII. Ebend.

XXXIX. Ebend. 1860. S. 760. Vgl. Naumann Jahrb. für Mineral. 1860. S. 61.

von *Oberwiesenthal*, der sich als Oligoklas zeigt, in welchem alles Natron durch Kali ersetzt ist, nach Bergemann 0,436

XL. Kern eines Spreusteinkrystalls, welcher nach Blum eine Pseudomorphose nach Oligoklas ist. Der Kern stimmt mit den Eigenschaften des Oligoklas bis auf die Zerlegbarkeit durch Salzsäure überein. Carius 0,485

Analysen der Oligoklase aus verschiedenen Gegenden *Nordamerika's*, von *Ysterby* und von *Borodin-Finnland*, ausgeführt von Smith, Brush, Forster, Whitney und Sartorius v. Waltershausen zeigen eine normale Zusammensetzung [1]). In Beziehung auf den grössern Kali- als Natrongehalt beziehen wir uns auf S. 444.

Das Mittel der wenig von einander abweichenden Sauerstoffquotienten der Oligoklase VIII bis XXII und XXXVIII ist 0,438; es kommt daher dem Sauerstoffquotienten = 0,444, wie er sich aus der für den Oligoklas angenommenen Formel ergibt, so nahe, dass man diesen für den normalen halten kann. Die Sauerstoffquotienten von I bis VII fallen unter und die von XXIII bis XXXVII steigen über den normalen Sauerstoffquotienten, und in den letzteren bedeutend. Die Zersetzung durch Verlust von Kieselsäure, mithin die Neigung zur Kaolinbildung scheint daher die vorwaltende zu sein. Auf der andern Seite mag der in keinem Oligoklas fehlende und bis auf 8,22 % steigende Kalkgehalt die Ursache der Verminderung der Sauerstoffquotienten sein, indem die Kalksilicate vorzugsweise der Zersetzung unterliegen. Ist aber Kohlensäure das Zersetzungsmittel: so findet ein Verlust von Basen, mithin eine Verminderung der Sauersoffquotienten statt. Wirklich finden sich die geringsten Mengen Kalkerde (1,10 bis — 4,12 %) in den Oligoklasen mit niedrigem Sauerstoffquotienten, und die grössten Mengen (2,81 bis 8,74 %) in denjenigen, welche die höchsten Sauerstoffquotienten haben. Von keinem Oligoklas mit normalem Sauerstoffquotienten ist ein Wassergehalt nachgewiesen,

XL. Poggendorff's Ann. Bd. CV. S. 141.

[1]) Jahresber. 1853. S. 808. f.

dagegen sind unter den Oligoklasen mit geringstem Sauerstoffquotienten I, II, III, und unter den zwölf Oligoklasen mit gröfstem Sauerstoffquotienten XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXXIV wasserhaltige. Die Menge dieses Wassers steigt von 0,6 bis 2,3 % [1]). Bemerkenswerth ist, dafs die Andesine, mit Ausnahme von XXXIV, nicht wasserhaltig sind, welches allerdings der Ansicht, dafs sie theilweise zersetzte Oligoklase seien, nicht günstig ist.

Procentische Zusammensetzung normaler und veränderter Oligoklase, ausgewählt aus vorstehenden Analysen.

	I.	XIII.	XVIII.	XXV.	XXX.	XXXIV.	XL.
Kieselsäure	63,88	61,55	61,22	61,30	60,26	58,32	60,392
Thonerde	22,27	22,03	23,32	23,77	25,01	26,52	24,811
Eisenoxyd	0,51	—	2,40	0,36	Spur	—	0,377
Kalkerde	3,45	2,81	8,82	4,78	6,87	8,18	2,450
Magnesia	—	0,47	0,36	—	0,14	0,11	0,783
Natron	6,66	7,74	2,56	8,50	7,74	5,27	8,538
Kali	1,21	3,44	Spur	1,29	0,84	2,36	1,750
Glühverlust	0,70	—	—	—	—	0,60	—
	98,68	98,04	98,68	100,00	100,86	101,36	99,101
S.-Q. . .	0,405	0,432	0,444	0,470	0,504	0,544	0,485

So entschiedene Beweise für die Bildung des Oligoklas auf nassem Wege, wie bei den vorhergehenden Feldspathen, liegen bei diesem nicht vor; besonders da er, so weit es bekannt ist, nicht in Drusenräumen vorkommt. Das Vorkommen des Oligoklas XVII in Adern von Gneifs und die in ihm eingeschlossenen kleinen Eisenglanzkrystalle schliefsen jedoch die Möglichkeit einer plutonischen Bildung aus.

Pinit und Glimmer in Formen von Oligoklas. Davon wird im Kap. XXXI und XXXVII gehandelt werden.

A. Heinrich [2]) beschreibt Oligoklas aus dem Granit *Mährens,* der von Glimmer- und Talkblättchen durchdrungen ist.

Umwandlung des Oligoklas in Kaolin. Die

[1]) Der Oligoklas aus dem Euphotid von *Lavaldens* (Isère Départ.) enthält nach Delesse 2,3 % Wasser.

[2]) Dritter Jahresbericht des Werner-Vereins. S. 12.

Oligoklase XX bis XXXV, deren Sauerstoffquotienten über den normalen steigen, zeigen schon eine weniger oder mehr fortgeschrittene Umwandlung in Kaolin an, und die gänzliche Umwandlung wurde S. 448 bemerkt.

Im Chloritschiefer von *Harthau* bei *Chemnitz*[1]) findet sich ein Feldspath (wahrscheinlich Oligoklas) sehr häufig eingeschlossen. Hier und da bemerkt man im Centrum, manchmal auch an andern Punkten durchsichtiger Krystalle, eine dunkle Stelle, welche bisweilen so zunimmt, dafs ein opaker Krystall von einem durchsichtigen Rahmen umgeben zu sein scheint. Alle aus jenem Feldspath hervorgegangene Pseudomorphosen eines pinitartigen Minerals (wohl nur ein Gemeng aus einem texturlosen Glimmer mit Oligoklassubstanz) und Glimmer scheinen ihre Entstehung einer Umwandlung von innen nach aufsen zu verdanken.

Die Umwandlung des Oligoklas im Epidot kommt im Kap. XXIX. zur Sprache. Der Oligoklas wandelt sich auch in Spreustein um, welche Umwandlung Scheerer als Paramorphose, Blum als Pseudomorphose ansieht. (Vgl. Analyse XL oben.)

F. Spodumen, Triphan.

Von Säuren wird er weder vor noch nach dem Glühen bedeutend angegriffen.

Er kommt auf Magneteisen-Lagerstätten im Gneifs auf der Insel *Utö* vor, und im Granit an verschiedenen Orten (*Tyrol*, *Schottland*, *Nordamerika*).

Die Analysen von Vauquelin und Vogel, welche vor der Entdeckung des Lithion im Spodumen angestellt wurden, können keinen Werth haben.

[1]) A. Knop chem. pharm. Centralblatt. 1853. No. 2.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	66,40	63,29	65,30	65,25	66,03
Thonerde	25,30	28,78	25,34	27,56	26,45
Eisenoxyd	1,45	0,79	2,83		
Manganoxyd	—	0,20	—		
Lithion	7,98	5,07	6,09		
Natron	0,67	0,43	0,51		
Kali	0,20	0,13	0,16		
Glühverlust	0,45	0,78	—		
	102,45	99,47	100,23		
Sauerstoffquotient . .	0,488	0,506	0,477		

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.
Kieselsäure .	65,02	65,02	65,53	62,89	62,76	65,27
Thonerde .	26,84	29,14	29,04	28,42	29,33	27,47
Eisenoxydul .	0,86	Spur	1,42	—	—	—
Kalkerde . .	—	0,50	0,97	1,04	0,63	0,30
Magnesia .	—	0,14	0,07	—	—	0,10
Lithion . .	3,84	5,47	4,49	5,67	6,48	2,90
Natron . .	2,68	0,46	0,07	2,51	1,76	0,44
Kali . . .	—	0,14	0,07	—	—	4,54
	99,24	100,87	101,66	100,53	100,96	101,02
Sauerstoffquot.	0,459	0,502	0,490	0,530	0,549	0,455

I. Spodumen von *Utö,* nach Arfwedson.

II. Desgleichen nach Stromeyer.

III. Desgleichen nach Regnault. 6,76 % Lithion.

Da diesen drei Chemikern Natron und Kali entgangen waren: so wurden die von ihnen angegebenen Quantitäten Lithion nach der Analyse VII auf Lithion, Natron und Kali repartirt.

IV. Spodumen von *Sterling* in *Massachusetts.*

V. Spodumen von *Sterzing* in *Tyrol.*

VI. Spodumen von *Utö.* Hagen. Letztere Analyse von Rammelsberg nach seiner Analyse VII corrigirt.

VII. Spodumen von *Utö.*

I. Schweigger's Journ. Bd. XXII. S. 107.

II. Untersuchungen über die Mischungen der Mineralkörper. Bd. I. S. 426.

III. Ann. des mines. Sér. III. p. 380.

IV. V. und VI. Poggendorff's Ann. Bd. XLVIII. S. 369.

VII. und VIII. Rammelsberg's Suppl. Bd. V. S. 227.

VIII. Von *Tyrol* nach Rammelsberg. Dieser Chemiker bestimmte die Alkalien auf directem Wege.

IX. Spodumen von *Norwich.*

X. Von *Sterling* nach Brush. Die Alkalien wurden, wie in allen Analysen, ausser VII, VIII und IX, nicht direct bestimmt.

XI. Spodumen von *Sterling.* Rammelsberg. Jede seiner drei Analysen ist das Mittel aus drei Versuchen.

Da die Alkalien nur in den Analysen VII, VIII und IX direct bestimmt wurden: so kann man nur aus diesen den normalen Sauerstoffquotienten abzuleiten versuchen. Nach VII und VIII ist er sehr nahe = 0,5, und damit stimmt auch ziemlich nahe der Sauerstoffquotient in II. Diese Analyse ist zwar durch Repartition berichtigt worden; Stromeyer bestimmte aber die Menge der Schwefelsäure in den erhaltenen schwefelsauren Alkalien; die Menge der Alkalien wurde daher auf directem Wege gefunden. Nicht unbeachtet darf indefs bleiben, dafs der nicht unbedeutende Glühverlust in II auf eine schon eingetretene Veränderung deutet. Arfwedson berechnete die Menge der Alkalien aus dem schwefelsauren Salze, indem er es für reines schwefelsaures Lithion nahm, und erhielt daher ein fehlerhaftes Resultat. Da überdies seine Analyse eine gröfsere Menge Alkalien als alle anderen Analysen und einen bedeutenden Gewichtsüberschufs ergeben: so ist der gefundene Sauerstoffquotient unzweifelhaft zu hoch [1]). Diesem zufolge fällt der Sauerstoffquotient in I, VI, XI und wahrscheinlich auch in III, unter und in IX und X über den normalen Sauerstoffquotienten. Hieraus ergibt sich, dafs jene Mineralien etwas von ihren Basen, und diese etwas von ihrer Kieselsäure verloren hatten; letztere waren daher schon in einer Umwandlung in Kaolin begriffen.

Spodumen in Form von Augit. Blum [2]) führt

IX. und X. Rammelsberg's Suppl. Bd. V. S. 227.

XI. Ebend.

[1]) Arfwedson bemerkt selbst, dafs er sich den Gewichtsüberschufs, welchen er nicht nur bei der Analyse des Spodumen, sondern auch bei den Analysen des Petalit fand, nicht erklären könne. Zum Theil rührt dies davon her, dafs er die Schwefelsäure im schwefelsauren Lithion zu niedrig bestimmt hatte.

[2]) Lehrbuch der Oryktognosie. III. Ausg. S. 285.

krystallinische Massen mit blättriger Textur in einer solchen Form ohne Angabe des Vorkommens an.

G. Petalit.

Von Säuren wird er in der Kälte weder vor noch nach dem Glühen angegriffen; von kochenden Säuren wird er aber zum Theil zersetzt (Arfwedson).

Er findet sich auf Magneteisen-Lagerstätten im Gneifs auf der Insel *Utö*, in der Zinnerzgrube in *Nya-Kopparberget* und zu *Sala* in *Schweden*, im körnigen Kalk zu *Bolton* und *Littleton* in *Massachusetts*, und in Geschieben am *Ontariosee* in *Nordamerika*.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . .	79,12	79,12	74,17	74,17
Thonerde . . .	17,23	17,23	17,41	17,41
Lithion . . .	5,76	3,11 }	5,16	2,78
Natron . . .	—	2,65 }		2,38
Kalkerde . . .	—	—	0,32	0,32
Glühverlust . .	—	—	2,17	2,17
	102,11	102,11	99,23	99,23
Sauerstoffquotient	0,272	0,253	0,287	0,266

	V.	VI.	VII.	VIII.
Kieselsäure . .	77,81	77,07	77,79	78,01
Thonerde . . .	17,20	18,00	18,58	18,86
Eisenoxyd . .	—	—	—	0,61
Lithion . . .	2,69	2,66	3,30	2,76
Natron . . .	2,30	2,27	1,19	—
	100,00	100,00	100,86	100,24
Sauerstoffquotient	0,250	0,261	0,267	0,259

I. Petalit, nicht krystallisirter, von *Utö*. Arfwedson, welcher darin das Lithion entdeckte.

II. Dieselbe Analyse berechnet unter der Voraussetzung, dafs darin Lithion und Natron, welches Arfwedson übersehen hatte, in demselben Verhältnisse wie in V und VI enthalten war.

III. Petalit nach C. G. Gmelin.

I. Schweigger's Journ. Bd. XXII. S. 93.
III. Gilbert's Ann. Bd. LXII. S. 399.

IV. Dieselbe Analyse berechnet unter der Voraussetzung, daſs darin Lithion und Natron in dem Verhältnisse wie in V und VI enthalten war.

V und VI nach Hagen.

VII. Blaſsröthlicher Petalit von *Utö*. Mittel aus zwei Analysen. Rammelsberg.

VIII. Castor, ein von Breithaupt beschriebenes, in Drusenräumen des Granit von der Insel *Elba* vorkommendes Mineral, nach Plattner, Mittel aus drei Analysen. Nach G. Rose stimmt der Castor in den Spaltungsverhältnissen mit dem Petalit überein, und unterscheidet sich von demselben nur im äuſseren Ansehen und durch ein etwas geringeres specifisches Gewicht.

Die Petalite sind die an Kieselsäure reichsten Mineralien. Die Sauerstoffquotienten in I und III sind offenbar zu hoch, da in diesen Analysen das Lithion nicht vom Natron geschieden wurde [1]); die Sauerstoffquotienten in II und IV kommen daher der Wahrheit näher und stimmen auch mit den übrigen ziemlich überein. Man wird wenig fehlen, wenn man den Werth 0,25 für den normalen Sauerstoffquotienten nimmt. Der bedeutende Glühverlust in III oder IV läſst auf eine schon eingetretene Veränderung schlieſsen. Diesem entspricht auch sein etwas höherer Sauerstoffquotient, und der Umstand, daſs Gmelin 77,5% Kieselsäure in einem andern Petalit fand, welcher daher unverändert oder weniger verändert als III oder IV gewesen zu sein scheint.

Der Petalit VII hat freilich einen eben so hohen Sauerstoffquotient wie IV, obgleich er wie die übrigen Petalite wasserfrei ist. Ist 0,25 der normale Sauerstoffquotient: so ist zu schlieſsen, daſs IV, VI und VII schon etwas Kieselsäure verloren hatten und in anfangender Umwandlung in Kaolin begriffen waren. Der Sauerstoffquotient des sogenannten Castor kommt zwar dem normalen sehr nahe, das fehlende Natron wird aber nicht durch Lithion ver-

V. und VI. Poggendorff's Ann. Bd. XLVIII. S. 361.

VII. Ebend. Bd. LXXXV. S. 552.

VIII. Ebend. LXIX. S. 436 und 443. Bd. LXXIX. S. 162 und Bd. LXXXV. S. 544.

[1]) Vergl. die Note auf S. 454.

treten; denn dieses ist nicht in gröfserer Menge als in den übrigen Petaliten vorhanden; dagegen findet sich in ihm die gröfste Menge Thonerde.

Nach Smith und G. J. Brush[1]) gibt der Petalit von *Bolton* in *Massachusetts* den Sauerstoffquotienten 0,25, und nach Sartorius der von *Utö* den Sauerstoffquotienten 0,256. Beide stimmen daher mit dem normalen nahe überein.

H. Labrador.

Dieser Feldspath wird sowohl vor als nach dem Glühen im feingepülverten Zustande durch Säuren mehr oder weniger vollständig zersetzt, wobei sich die Kieselsäure theils als schleimiges Pulver, theils als schleimige Masse ausscheidet. Je mehr er schon verändert ist, desto leichter wird er von Säuren zersetzt.

Vorkommen. Der Labrador scheint der feldspathige Gemengtheil der meisten Augitgesteine (Basalt, Dolerit, Melaphyr, Hyperit, Grünstein, Diabas, Euphotid, Mandelsteinporphyr, Diorit, Trachytdolerit etc.) und der Augitlaven zu sein. Er findet sich aber auch in manchen Hornblendegesteinen.

Zusammensetzung. Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und Natron sind seine wesentlichen Bestandtheile, zu denen aber auch Kali zu gehören scheint, da es die neueren Analysen fast durchgängig nachweisen. Auch Eisen fehlt fast nie; seltener tritt Mangan und Magnesia auf. Wir stellen folgende neuere Analysen von theils wasserfreien, theils wasserhaltigen Labradoren zusammen, welche wie alle Analysen der Labradore zeigen, dafs mit zunehmenden Alkalien die Kalkerde abnimmt und umgekehrt.

[1]) Jahresber. 1853. S. 803.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure .	53,42	52,52	52,17	54,25	55,23
Thonerde . . .	29,71	30,03	29,22	29,89	24,24
Eisenoxyd . . .	—	1,72	1,90	—	1,11
Kalkerde . . .	12,35	12,58	13,11	11,12	6,86
Magnesia . . .	—	0,19	—	0,70	1,48
Natron	4,52	4,51	3,40	3,63	4,83
Kali		—	—	0,33	3,03
Wasser	—	—	—	—	3,05
	100,00	101,55	99,80	99,92	99,83
Sauerstoffquotient	0,667	0,709	0,694	0,652	0,555

I. Theoretische Zusammensetzung.

II. Labrador aus dem Doleritporphyr der *Faröer*, nach Forchhammer[1]).

III. Gelblicher Labrador aus einem Trappgestein von *Diupavag* auf *Island*, nach Damour[2]).

IV. Labrador aus dem Trachytdolerit des Centralpik von *Guadeloupe*, nach Deville[3]).

V. Labrador aus dem Euphotid von *Odern* im *Elsass*, nach Delesse[4]).

Die Sauerstoffquotienten der wasserfreien Labradore III, IV nähern sich ziemlich dem normalen Sauerstoffquotienten, die des wasserhaltigen, welcher schon mehr oder weniger verändert war und mit Säuren brauste, weichen aber bedeutend davon ab. Auf II kommen wir unten wieder zurück.

Bildung. Das Vorkommen des Labrador in Laven spricht für seine Bildung auf feuerflüssigem Wege; da aber, wenigstens die unten (No. XIV und XV) angeführten Labradore von alten Laven, (die im Sande gefundenen Labradorkrystalle vom *Aetna* setzen die völlige Zerstörung der Lava, mithin ein hohes Alter voraus) herrühren: so kann nach Bd. II. S. 297 dieses Vorkommen nicht für eine solche Bildung sprechen. Da jedoch die Lava des *Aetna* von 1852 krystallinisch ist und aus Labrador und Augit besteht: so läfst dies eine krystal-

1) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXX. S. 387.

2) Bullet. géol. Sér. II. T. VII. p. 88.

3) Ebend. Sér. II. T. VIII. p. 426.

4) Ann. des mines. Sér. IV. T. XVI. 324.

linische Ausscheidung beider Mineralien nicht bezweifeln. Auch der mächtige Lavastrom des *Aetna* von 1669 enthält kleine Labradorkrystalle.

In einem Schalsteine aus der Gegend von ***Brilon*** fand von Dechen[1]) den Abdruck eines Cyathophyllum, wie es im benachbarten Thonschiefer sehr häufig vorkommt. Hieraus ist entschieden auf eine gleichartige Entstehung beider Gesteine zu schliefsen. Auf der andern Seite weisen ganz deutliche, ziemlich grofse Labradorkrystalle in der Umgebung von kleinen körnigen Kalksteinpartieen oder auch zwischen schwarzen Thonschieferflecken den Zusammenhang des Schalsteins mit den Schalsteinporphyren und den Labradorgesteinen nach.

Niemand, der nicht Schalsteine und Thonschieferflecken für plutonisch-metamorphosirte Gesteine hält, wird an der Bildung dieser Labradorkrystalle auf nassem Wege zweifeln.

Umwandlung. Von den Umwandlungen des Labrador in Pinit und in Epidot wird in den Kap. XXIX und XXXI die Rede sein.

Zersetzung. Der Labrador zeichnet sich vor anderen Feldspathen durch seine leichte Zersetzbarkeit aus, welches ohne Zweifel von seinem bedeutenden Kalkgehalt herrührt. Ueber seine Zersetzung stellte ich in der Nähe von *Dillenburg*, wo Grünstein mit kleinen Labradorkrystallen vorkommt, welche an manchen Stellen sehr frisch, an anderen mehr oder weniger verwittert erscheinen, folgende Beobachtungen an (I. Aufl. Bd. II. S. 1077 ff.). Die unverwitterten Krystalle sind selten ganz weifs, meist grünlich, aber nicht gleichförmig grün; hellere und dunklere Stellen wechseln mit einander ab, und mikroskopisch kleine dunkelgrüne Pünktchen und Aederchen durchziehen sie nach verschiedenen Richtungen und zwischen den Spaltungsflächen. Die halb und ganz verwitterten Krystalle sind gelblichbräunlich, undurchsichtig, und letztere sehr weich. Die Pünktchen und Aederchen sind in diesen verwitterten Krystallen ocherfarben. Von diesen Pünktchen und Aederchen konnten die Krystalle nicht befreit werden; es wurden

[1]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XIX. S. 518.

aber nur solche zur Analyse ausgewählt, welche möglichst wenig davon enthielten. Deſshalb war das Material nur sehr gering, und die Analyse konnte nicht mit der gehörigen Schärfe ausgeführt werden. Auf die directe Bestimmung der Alkalien muſste ich ganz verzichten. Ungeachtet jener fremden Beimengungen lieſs sich doch bei der Analyse der doppelte Gesichtspunkt verfolgen, durch die Vergleichung der Resultate der frischen und der halb und ganz verwitterten Krystalle den Gang des Zersetzungsprocesses kennen zu lernen. Das Brausen nicht blos der Krystalle, sondern auch des ganzen Gesteins mit Säuren zeigte schon, daſs auch die Grundmasse kohlensaure Kalkerde enthielt.

Die Labradore wurden in der Siedhitze des Wassers ausgetrocknet, wobei die halb und noch mehr die ganz verwitterten viel Wasser gaben. Durch sehr verdünnte Salzsäure wurden die Carbonate extrahirt und der Rückstand mit kohlensaurem Kali aufgeschlossen. Jene, die offenbaren Zersetzungsproducte des Labrador, wurden dadurch von der unzersetzten Masse gesondert. Der in den Analysen angegebene Verlust ist der Unterschied zwischen der Gewichtsabnahme durch Behandlung mit Salzsäure und der als Carbonate berechneten, extrahirten Basen. Ein Theil dieses Verlustes kommt auf Rechnung beigemengter organischer Substanzen in ansehnlicher Menge. Daher ist auch dieser Verlust beim ganz verwitterten Labrador, in welchen die gröſsten Mengen Wassers gedrungen waren, am gröſsten.

Die mit *a* bezeichneten Bestandtheile sind durch Salzsäure ausgezogen, und die mit *b* nach dem Aufschlieſsen erhalten worden.

		VI.	VII.	VIII.
a	Kohlensaure Kalkerde	2,36	12,44	4,87
	Kohlensaure Magnesia	0,37	0,27	0,37
	Eisenoxyd	1,32	1,18	1,58
	Wasser [1]	0,71	2,60	1,21
	Verlust	1,49	1,87	3,35
b	Kieselsäure	51,59 [2]	50,19 [3]	56,01
	Thonerde } Eisenoxyd }	23,52	22,89	20,64 / 2,50
	Kalkerde	8,76	Spur	—
	Magnesia	1,02	0,79	0,24
	Alkalien (aus dem Verlust bestimmt)	8,86	7,77	9,23
		100,00	100,00	100,00

VI. Unverwitterter Labrador. Obgleich die zur Analyse angewandten Kryställchen sorgfältigst ausgesucht wurden: so kann doch nicht behauptet werden, dafs sie sämmtlich gleich frisch waren. Das Brausen derselben mit Salzsäure und mithin die Gegenwart von Carbonaten beweiset, dafs entweder alle oder doch einige nicht mehr ganz unverändert waren.

VII. Halbverwitterter Labrador. Dafs bei diesem und beim folgenden Labrador die einzelnen Kryställchen sich nicht in gleich zersetztem Zustande befanden, ist ganz unzweifelhaft. Die Analyse drückt daher nur ein mittleres Verhältnifs aus.

VIII. Ganz verwitterter Labrador.

Im Nachstehenden findet sich die Zusammensetzung dieser drei Labradore nach Abzug der durch Salzsäure ausgezogenen Bestandtheile.

	VI a.	VII a.	VIII a.
Kieselsäure	54,44	61,47	63,24
Thonerde } Eisenoxyd }	24,82	28,04	23,51 / 2,86
Kalkerde	10,31	Spur	—
Magnesia	1,08	0,97	0,72
Alkalien	9,35	9,52	9,67
	100,00	100,00	100,00

[1]) Durch directe Bestimmung.

[2]) 51,98 nach einer zweiten Bestimmung.

[3]) 51,46 nach einer zweiten Bestimmung.

Dafs der Labrador VI schon etwas verändert war, zeigt seine Vergleichung mit I, III und IV. Ziemlich nähert er sich dem gleichfalls etwas zersetzten Labrador V, nur dafs sein Kalkgehalt viel bedeutender ist.

Der Gang des Zersetzungsprocesses ist aus diesen Analysen leicht zu erkennen. Hauptsächlich ist es die Kalkerde, welche bis zum gänzlichen Verschwinden aus ihrer Verbindung mit der Kieselsäure tritt. Selbst im scheinbar unzersetzten Labrador finden wir schon einen Theil in Carbonat umgewandelt. Die 12,44% kohlensaure Kalkerde in VII enthalten 6,98% Kalkerde, mithin 1,78 weniger, als die an Kieselsäure gebundene Kalkerde in VI. Es ist also nicht blos alle Kalkerde in VII in Carbonat umgewandelt, sondern nahe $^1/_5$ davon durch die Gewässer schon fortgeführt worden. In VIII sind sogar $^2/_3$ von der gänzlich in Carbonat umgewandelten Kalkerde durch die Gewässer fortgeführt worden. Mit dem Verschwinden der Kalkerde nehmen Kieselsäure und Thonerde relativ zu; aber wohl zu bemerken ist, dafs letztere in VI viel weniger beträgt als in der normalen Zusammensetzung der Labradore. Dasselbe Verhältnifs zeigt sich in V. Es scheint daher, dafs noch vor oder mit der Fortführung der Kalkerde etwas Thonerde, vielleicht als Kalkaluminat, abgeschieden wird. Auch in den Analysen einiger anderer Labradore beträgt sie 2 bis 4% weniger als im normalen Labrador, während die Kieselsäure wenig von ihrem normalen Verhältnifs abweicht.

Merkwürdig ist, dafs die alkalischen Silicate so sehr der Zersetzung widerstanden haben. Wahrscheinlich beginnt ihre Zersetzung erst nach gänzlicher Zersetzung des Kalksilicat und nach gänzlicher Fortführung der kohlensauren Kalkerde.

Die Zersetzung der Labradore nimmt noch eine andere Richtung, wie die folgenden Analysen IX. bis XII. zeigen.

	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Kieselsäure .	51,00	47,9	49,32	48,62	53,48	53,98
Thonerde . .	30,50	34,0	30,07	34,66	26,46	27,56
Eisenoxyd .	1,75	2,4	0,70	0,73	1,60	1,14
Manganoxydul	—	—	0,60	—	0,89	—
Kalkerde . .	11,25	9,5	4,25	12,02	9,49	8,65
Magnesia . .	—	0,2	1,96	0,33	1,74	1,35
Natron . . .	4,00	5,1	4,85	2,55	4,10	6,06
Kali	—	0,9	4,45	1,05	0,22	0,47
Wasser . .	1,25	—	3,15	0,50	0,42	—
	99,75	100,0	99,35	100,46	98,40	99,21
Sauerstoffquot.	0,716	0,83	0,716	0,822	0,628	0,636

IX. Sogenannter Felsit, ein dichter Feldspath aus dem Grünsteinschiefer von *Siebenlehn*, worin er mit nur stellenweise eingemengter Hornblende die Hauptmasse ausmacht, nach Klaproth[1]).

X. Labrador aus Laven vom *Vesuv*, nach Elie de Beaumont, Laurent und Ch. Holms[2]).

XI. Sogenannter Vosgit aus dem Porphyr von *Ternuay*, nach Delesse[3]), nach Rammelsberg[4]) ohne Zweifel ein nicht ganz reiner und schon etwas verwitterter Labrador.

XII. Ein ähnliches Mineral aus dem Kugeldiorit von *Corsica*[5]).

XIII. Labradorkrystalle vom *Val del Bove* am *Aetna* im Sande, nach Abich[6]). Sie zeigten Spuren von Zersetzung.

XIV. Kleine Labradorkrystalle aus einer alten Lava der *Sandwich-Inseln*, nach Schlieper[7]).

Die Sauerstoffquotienten von IX und XI, so wie von II stimmen gänzlich mit einander überein. Da letzterer ein Labrador ist: so hat man keinen Grund, die beiden ersteren für etwas anderes zu halten; alle drei

[1]) Beiträge. Bd. VI. S. 259.

[2]) Ann. de chim. et de phys. T. LX. p. 332.

[3]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLIII. S. 417 und Bd. XLV. S. 219.

[4]) Rammelsberg Handw. Suppl. IV. S. 125.

[5]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 187.

[6]) Poggendorff's Ann. Bd. L. S. 347.

[7]) Dana Mineral. S. 686.

waren aber im etwas zersetzten Zustande, wie dies auch der Wassergehalt in IX und XI zeigt[1]). In II ist kein Wassergehalt angegeben; wahrscheinlich war seine Bestimmung vernachlässigt worden.

Das Vorkommen des Felsit mit Hornblende kann nicht befremden, da die frühere Ansicht, dafs Labrador nur Augit, nicht aber Hornblende begleite, als irrig sich erwiesen hat. Klaproth's Bemerkung, dafs der von ihm analysirte Felsit aus dem zersetzten Gesteine herausgenommen wurde, läfst schliefsen, dafs das amorphe Mineral auch etwas verändert war.

Auch die Sauerstoffquotienten in X und XII stimmen völlig mit einander überein, und weichen nicht bedeutend von denen in IX und XI ab. Obgleich die Analyse X nicht exact ist, da die Krystalle unrein waren und ein Wassergehalt nicht angegeben ist: so scheinen doch beide Mineralien nichts anderes als etwas zersetzte Labradore zu sein.

Während die Zersetzung der Labradore VI, VII und VIII hauptsächlich in einer gänzlichen Ausscheidung der Kalkerde besteht, zeigt sich in den veränderten Labradoren II, IX und XII fast derselbe Kalkgehalt wie in den unveränderten Labradoren. In X und noch mehr in XI sinkt er zwar; aber in gleichen Verhältnissen steigt der Gehalt an Alkalien. Wurde die Kalkerde gänzlich ausgeschieden: so vermehrte sich relativ die Kieselsäure, wie dies in VI, VII und VIII der Fall war. Wurde auf der anderen Seite nichts von der Kalkerde und von den Alkalien fortgeführt, nahm dagegen die Kieselsäure ab, wie in II, IX, X, XI, XII: so war diese Abnahme eine absolute, welche eine relative Zunahme der Thonerde herbeiführte.

Die Zersetzung der Labradore erfolgt daher entweder durch eine gänzliche Ausscheidung der Kalkerde, oder durch eine theilweise Ausscheidung der Kieselsäure. Im ersteren Falle sind es kohlensäurehaltige Gewässer, welche die Zersetzung bewirken, wie dies die Gegen-

[1]) Auch Rammelsberg hält No XII für einen nicht ganz reinen und schon etwas zersetzten Labrador. Suppl. IV. S. 126.

wart von Carbonaten in VI, VII und VIII zeigt[1]). Im letzteren Falle sind es kohlensäurefreie Gewässer, welche blos Kieselsäure, wahrscheinlich als übersaure Silicate fortführen[2]). Diese Fortführung wird dadurch erleichtert, dafs die Kieselsäure im Labrador in ihrer löslichen Modification vorhanden ist; sind es aber übersaure Silicate, in denen sie fortgeführt wird: so kann die Analyse natürlich nur den Verlust an Kieselsäure nachweisen.

Es ist wohl denkbar, wie dieselben Gewässer beide Zersetzungen an verschiedenen Stellen bewirken können. Kommen nämlich Gewässer mit ihrem gewöhnlichen Kohlensäuregehalte mit Labradoren in Berührung: so wird ihre Kohlensäure durch Bildung von Carbonaten verbraucht. Begegnen die abfliefsenden Gewässer neuen Labradoren: so können sie nicht mehr Basen aus denselben abscheiden, wohl aber Silicate auflösen, und eine Abnahme der Kieselsäure herbeiführen, wenn diese Silicate übersaure sind (I. Aufl. Bd. II. S. 809).

Labradore, welche gänzlich in Kaolin umgewandelt sind, hat man noch nicht analysirt. G. Rose[3]) führt weifse Kaoline an, welche aus Labrador hervorgegangen sind. Sollte die Analyse solcher zersetzter Labradore noch geringe Mengen von Alkalien, aber keine Kalkerde nachweisen: so würde der oben aus der Untersuchung der zersetzten Labradore gezogene Schlufs, dafs die Zersetzung der alkalischen Silicate der letzte Act des Verwitterungsprocesses sei, seine Bestätigung finden.

Die Sauerstoffquotienten in XIII und XIV kommen dem normalen so nahe, dafs sie nur sehr wenig zersetzt

[1]) Es erscheint bemerkenswerth, dafs der Labrador V und noch einige andere von Delesse analysirten Labradore, welche bedeutende Quantitäten Kali, nahe so viel wie Natron enthalten, zu den an Kalkerde ärmsten gehören. Sollte in diesen vielleicht die Kalkerde theilweise von kohlensaurem Kali verdrängt und an die Stelle des Kalksilicat Kalisilicat getreten sein?

[2]) Ob diese Vermuthung gegründet ist, bleibt Versuchen vorbehalten. Vielleicht gelingt es aus Labradoren durch lange fortgesetztes Behandeln mit siedendem kohlensäurefreien Wasser so viel zu extrahiren, dafs der Extract untersucht werden kann.

[3]) Reise nach dem *Ural.* Bd. I. S. 344.

gewesen sein können. In XIII fällt der etwas verringerte Thonerdegehalt auf, welcher jedoch nach Abich theils in einer geringen Beimengung von Augit, theils in dem Verluste von 1,6 % zu suchen ist.

Seit dem Erscheinen der ersten Auflage sind 28 Labradore analysirt worden. Der Kürze wegen führen wir nur die Sauerstoffquotienten an. Die nachstehende Reihe beginnt mit dem höchsten und schliefst mit dem niedrigsten Sauerstoffquotienten.

	S.-Q.
I. Graulichweifser aus Gabbro in *Schlesien* von G. vom Rath. Trotz des frischen Ansehens läfst er auf eine schon eingetretene Zersetzung schliefsen, welches auch der hohe Sauerstoffquotient zeigt	0,822
II. Aus dem Euphotid vom *Mont Genèvre* in den *Alpen* nach Delesse	0,786
III. Aus dem schwarzen Porphyr von *Rübeland* nach Streng	0,761
IV. Durchsichtiger aus dem schwarzen Porphyr bei *Elbingerode* nach Streng	0,743
V. Bläulichweifser aus einer Gabbrovarietät von *Neurode* in *Schlesien* von G. vom Rath .	0,692
VI. Bläulichgrauer aus dem Hypersthenit von *Neurode* in *Schlesien* von G. vom Rath . .	0,686
VII. Weifs bis schwach fleischrother Labrador aus einem Gestein von der grofsen *Serra Gianicola* im *Val del Bove* am *Aetna* nach Sartorius von Waltershausen	0,677
VIII. Kleine wasserhelle rautenförmige Krystalle aus Palagonit von *Palagonia* im *Val di Noto* in *Sicilien* nach Sartorius von Waltershausen	0,671

I. Jahresber. 1855. S. 944. III.
II. 1849. S. 749. I.
III. 1860. S. 762. V.
IV. 1860. S. 762. IV.
V. 1855. S. 944. 2) II.
VI. 1855. S. 944. 2) I.
VII. 1853. S. 811. II.
VIII. 1853. S. 810. I.

S.-G.

IX. Aus dem Diorit vom *Port Jean* bei *St. Maurice* am Fufse des *Ballon d'Alsace* nach Delesse 0,636

X. Rauchgrauer aus einem bei *Berlin* gefundenen nordischen Geschiebe nach Sartorius von Waltershausen 0,633

XI. Krystallisirter feldspathartiger Gemengtheil des Melaphyr-Porphyr vom *Gänseschnabel* nach Streng 0,633

XII. Lavendelblauer Feldspath aus einem bei *Drummond* in *West-Canada* gefundenen Gerölle von T. S. Hunt 0,632

XIII. Lavendelblauer, welcher mit perlgrauer Farbe opalisirte, zwischen *Labrador* und *West-Canada* als Rollstein nach T. S. Hunt . . . 0,631

XIV. Aus dem Schalstein von *Balduinstein* in *Nassau*, in Zersetzung begriffener Krystall nach A. Dollfus 0,630

XV. Bläulichweifser, körniger, durchscheinender Feldspath von *Rowdon* im District *Montreal* nach T. S. Hunt 0,628

XVI. Grünlichweisser aus dem Porphyr der alten Steinbrüche von *Lakonien* nach Delesse . 0,623

XVII. Grüner krystallisirter aus dem Melaphyr von *Belfahy* nach Delesse 0,621

XVIII. Blauer von *Labrador* nach Sartorius von Waltershausen 0,615

XIX. Farblose, glasglänzende, durchsichtige Kryställchen aus dem Mandelsteinporphyr von *Oberstein* nach Delesse 0,609

IX. Jahresber. 1849. S. 749. III.
X. 1853. S. 811. IV.
XI. 1858. S. 707. I.
XII. 1855. S. 945. 3) IV.
XIII. 1851. S. 782. I.
XIV. 1855. S. 981. 1) I.
XV. 1855. S. 945. 3) II.
XVI. 1847—1848 S. 1184. II.
XVII. 1847—1848. S. 1184. I.
XVIII. 1853 S. 811. V.
XIX. 1849. S. 749. II.

S.-Q.

XX. Grünlichgrauer bis bläulichgrauer Feldspath von *Morin* im District *Montreal* nach T. S. Hunt 0,605

XXI. Gelblichgraue Krystalle aus der *Firmara* bei *Mascali* am *Aetna* nach Sartorius von Waltershausen 0,600

XXII. Zwillingskrystalle als Auswürflinge auf dem Krater *Mompilière* bei *Nicolosi* am *Aetna* nach Sartorius von Waltershausen . . 0,594

XXIII. Sehr zersetzter Feldspath aus *Rothenbrunn* bei *Schemnitz*, der nach Deville aus Andesin entstanden sein soll, durch theilweisen Verlust von Basen. Analyse nach Delesse . . 0,593

XXIV. Violette bis graue Krystalle, theils in festem, theils in losem Gesteine zwischen *Lund* und *Christianstadt* nach C. W. Blomstrand 0,591

XXV. Blafsgrünlich oder bläulichgraues Feldspathgestein aus dem Bezirk *Château Richer* bei *Quebec* nach T. S. Hunt 0,589

XXVI. Krystallisirter aus verwittertem Diabas-Porphyr aus dem *Hutthale* bei *Clausthal* nach Metzger. Der niedrige Sauerstoffquotient zeigt an, dafs auch der Labrador von der Verwitterung ergriffen worden ist. 0,575

XXVII. Von *Tyfholen-Udden* in *Norwegen* nach Delesse 0,567

XXVIII. Aus dem Gabbro von *Marmorera* in *Graubündten* nach G. vom Rath. Es ist bemerkenswerth, dafs die Alkalien gänzlich fortgeführt wurden und die Kalkerde unalterirt geblieben ist 0,511

Unter allen im Vorhergehenden aufgeführten Analysen sind es 15 Labradore, welche einen höheren und

XX. Jahresber. 1855. S. 945. 3) III.
XXI. 1853. S. 811. III.
XXII. 1853. S. 811. VI.
XXIII. 1849. S. 749. V.
XXIV. 1855. S. 944. 1) I.
XXV. 1855. S. 945. 3) I.
XXVI. 1850. S. 723. II.
XXVII. 1847—1848. S. 1184. III.
XXVIII. 1858. S. 706. I.

24, welche einen niederen als den normalen Sauerstoffquotienten haben. Die Zersetzung derselben durch Verlust von Basen scheint daher häufiger als die durch Verlust an Kieselsäure stattzufinden.

Als Zersetzungsproducte des Labrador erscheinen die Zeolithe in den Drusenräumen der Mandelsteine. Siehe Bd. III. Kap. Drusenräume.

I. Anorthit.

Diese Feldspathgattung wurde zuerst von G. Rose[1]) bemerkt. Der Anorthit wird von Salzsäure zersetzt; die Kieselsäure scheidet sich aber nicht gallertartig aus.

Der Anorthit in Laven, in vulkanischem Tuff etc. könnte für eine Bildung auf feuerflüssigem Wege gehalten werden. Allein der Anorthit an der *Somma* findet sich entweder in Drusenräumen des Dolomit oder mit Augit und Glimmer in Weitungen dieses Gesteins. Was von der Bildung des Mejonit gilt (Kap. XXIX), das gilt auch von der des Anorthit: beide sind sich auch in ihrer Zusammensetzung sehr ähnlich. Diese Mineralien in den Drusenräumen des Gesteins von der *Somma*, wie sie sich in der Mineraliensammlung zu *Berlin* sehr ausgezeichnet finden, tragen so ganz das Gepräge der Einschlüsse in Mandelsteinen, dafs man nicht entfernt an eine vulkanische Bildung denken kann. Die Drusenräume sind stets nur zum Theil erfüllt. Die erste Bildung ist eine grünlichbraune Rinde, ähnlich den kieseligen Rinden in den Drusenräumen der Mandelsteine. Darauf folgt nach innen Augit und dann Anorthit oder Mejonit; nie kommen beide zusammen vor. In einer Stufe fand ich auch Augit auf Mejonit, der ohne Zweifel wie dieser ein Infiltrationsproduct ist.

Auf *Island* kommt, nach Forchhammer, der Anorthit nach allen Seiten auskrystallisirt in einem schwarzbraunen Tuff vor. Da die Tuffe sedimentäre Bildungen sind, wenn auch ihr Material von Vulkanen ausgeworfen worden: so wird Niemand annehmen wollen, dafs wohl ausgebildete und unveränderte Anorthitkrystalle in ihnen

[1]) Gilbert's Ann. Bd. LXXIII. S. 173.

herbeigeschwemmt worden seien. Eine spätere Bildung derselben auf nassem Wege kann daher ebenso wenig wie beim Anorthit im Dolomit bezweifelt werden. Endlich findet sich der von Genth analysirte Anorthit in einer älteren Lava vom *Hekla.* Eine lange Zeit war also für eine spätere Bildung dieses Feldspath gegeben.

Wenn nun zu Gunsten einer vulkanischen Bildung des Anorthit wenig angeführt werden kann: so ist es auf der andern Seite eine Sache von Bedeutung, dafs Kalksilicate haltende Mineralien, wie dieser Feldspath, Mejonit und Augit nicht blos im Dolomit und körnigem Kalke, sondern auch in Tuffen und in Lava auf nassem Wege entstehen können. Da der kohlensaure Kalk den eindringenden Gewässern ihre freie Kohlensäure entzieht, so können sie Kalksilicate, wenn sie dieselben enthalten, unzersetzt absetzen, und weil nur kohlensäurefreie Gewässer eindringen, so conserviren sich auch die gebildeten Kalksilicate.

Mit diesen Ansichten stimmt überein, dafs auch die unten angeführten Anorthite von Nr. VII, VIII (?), IX, XI in Kalksteinen weit entfernt von Vulkanen vorkommen.

Mit Ausnahme einiger älteren unvollkommenen Analysen stellen wir alle Analysen der Anorthite, sowohl unveränderter als veränderter, zusammen. Wir fügen hinzu die Analysen des Lepolith, Amphodelit und Walmstedt's Skapolith von *Tunaberg,* welche gleichfalls Anorthite sind, und des Linseit und Rosit, welche mehr oder weniger zersetzte Anorthite sind [1]).

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure . . .	44,12	43,79	47,63	48,75	45,97
Thonerde	35,12	35,49	32,52	30,59	33,28
Eisenoxyd	0,70	0,57	2,01	1,50	1,12
Kalkerde	19,02	18,93	17,05	17,22	17,21
Magnesia	0,56	0,34	1,30	0,97	—
Kali	0,25	0,54	1,09	1,13	1,85
Natron	0,27	0,68	0,29	0,62	0,69 [2])
	100,04	100,34	101,89	100,78	100,12
Sauerstoffquotient .	0,970	0,978	0,884	0,806	0,889

[1]) G. Rose krystallochemisches Mineralsystem. S. 89. Breithaupt hält den Linseit gleichfalls für einen zersetzten Lepolith. Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVII. S. 236.

[2]) Beigemengter Augit.

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Kieselsäure	47,40	42,80	42,50	45,80	43,83
Thonerde	30,45	35,12	33,11	35,45	35,28
Eisenoxyd	0,80	1,50	4,00	1,70	0,61
Kalkerde	14,24	14,94	10,87	10,15	19,37
Magnesia	0,87	2,27	5,87	5,05	—
Kali	0,38	—	—	—	—
Natron	2,82	1,50	1,69	—	—
Wasser	2,00	1,56	1,50	1,85	—
	98,96	99,69	99,54	100,00	99,09
Sauerstoffquotient . .	0,794	1,008	1,019	0,914	0,972

	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
Kieselsäure	44,90	44,13	42,22	40,90	42,09
Thonerde	34,51	35,12	27,55	30,74	38,89
Eisenoxyd	0,69	0,96	6,98	—	—
Eisenoxydul	—	—	2,00	15,47	—
Manganoxydul . . .	0,19	Spur	—	1,33	—
Kalkerde	3,59	5,55	—	0,40	15,78
Magnesia	2,45	1,43	8,85	0,81	—
Kali	6,63	6,73	3,00	4,57	—
Natron	Spur	—	2,53	0,04	4,08
Wasser	6,53	5,29	7,00	5,57	—
	99,49	99,21	100,13	99,83	100,84
Sauerstoffquotient . .	0,827	0,870	0,913	0,908	1,083

	XVI.	XVII.	XVIII.
Kieselsäure	45,8	46,794	45,31
Thonerde	35,0	33,166	34,53
Eisenoxyd	—	3,043	0,71
Kalkerde	17,7	15,968	16,85
Magnesia	0,9	Spur	0,11
Kali	—	0,554	0,91
Natron	1,0	1,281	2,59
	100,4	100,806	101,01
Sauerstoffquotient .	0,925	0,88	0,935

I und II. Anorthit von der *Somma*. Abich[1]).

III. Anorthit von *Selfjall* auf *Island*. Forchhammer[2]).

IV. Anorthit aus der Thjorsá-Lava vom *Hekla*.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LI. S. 519.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXX. S. 387.

Genth[1]). Mit dieser stimmt eine neuere Analyse von Sartorius ziemlich überein[2]).

V. Derselbe. Damour[3]).

VI. Bytownit aus *Canada*. Hunt[4]).

VII. Lepolith von *Lojo* in *Finnland*.

VIII. Lepolith von *Orrijerfvi* in *Finnland*. Hermann[5]).

IX. Amphodelit aus einem Kalkbruche von *Lojo*, wahrscheinlich von demselben Vorkommen wie VII. Er ist im Bruche dem Wernerit ähnlich. Nordenskjöld[6]).

X. Walmstedt's Skapolith von *Tunaberg*[7]).

XI. Rosit (Rosellan) aus einem Kalkbruche bei *Aeker* in *Södermanland*. Er kommt nicht krystallisirt vor und scheint sich auch in einem andern Kalkbruche zu finden. Svanberg[8]).

XII. Ein ähnliches Mineral aus Granit bei *Tunaberg* in *Södermanland*. Svanberg[9]). Dieses Mineral kommt auch in anderen Kalkbrüchen und in einer Kupfergrube, und in dieser mit Amphodelit vor.

XIII. Linseit aus einer Kupfergrube zu *Orrijerfvi* in *Finnland*. Hermann[10]).

XIV. Ibenit von *Montoval* bei *Toledo*, in grofsen hellgraugrünen Krystallen. Norlin[11]).

XV. Indianit. B. Silliman und Brush[12]). Nach Brooke zeigt er dieselben Spaltungsrichtungen wie der Anorthit.

[1]) Ann. der Chemie und Pharm. Bd. LXVI. S. 18.

[2]) Ueber die vulk. Gesteine. 22 u. 30.

[3]) Bull. de la soc. géol. de France. Sér. II. T. VII. p. 83.

[4]) Phil. Mag. Ser. IV. T. I. S. 322.

[5]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 387.

[6]) Berzelius Jahresber. Bd. XII. und Journ. für pract. Chemie. Bd. XIV. S. 42.

[7]) Hisinger's Mineralgeographie von *Schweden*. Deutsche Uebersetzung. S. 99.

[8]) Poggendorff's Ann. Bd. LIV. S. 268 und Bd. LVII. S. 170.

[9]) Ebend. Bd. LVII. S. 175.

[10]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 393.

[11]) Berzelius Jahresber. Bd. XXV. S. 330.

[12]) Amer. Journ. Ser. II. T. VIII. p. 15.

XVI. Anorthit von der Insel *St. Eustache* nach Saint-Clairé Deville[1]).

XVII. Körniger Anorthit aus dem Diorit des nördlichen *Ural* nach Scott[2]).

XVIII. Derselbe nach Potyka[3]). Weifse durchscheinende, körnige Stücke; wird durch Salzsäure nicht vollkommen ohne Bildung von Kieselgallerte zersetzt.

Nur die beiden Lepolithe VII und VIII und der Indianit sind es, deren Sauerstoffquotienten den Werth = 1 erreichen; selbst die Sauerstoffquotienten der Anorthite I und II, obgleich die reinsten und durchsichtigsten Krystalle zur Analyse angewendet wurden, fallen noch etwas unter 1[4]). Diese Differenzen sind aber so gering, dafs man für diese fünf Anorthite den Sauerstoffquotienten = 1 wohl annehmen kann. Ist dieser Sauerstoffquotient der normale für alle Anorthite: so müssen die übrigen, in denen er bis auf 0,794 herabsinkt, mehr oder weniger von ihren Basen verloren haben. Am meisten variirt die Kalkerde; sie steigt in X bis auf 19,37 % und verschwindet in XIII gänzlich. Der Wassergehalt stellt sich ein, wo die Kalkerde anfängt sich zu vermindern, und wo diese dem Verschwinden nahe ist und endlich gänzlich verschwindet, da steigt jener und erreicht in XIII sein Maximum. Da die Wasseraufnahme, das Kennzeichen der eingetretenen Zersetzung, mit der Abnahme der Kalkerde verknüpft ist: so sieht man, dafs diese Abnahme das Hauptresultat der Zersetzung ist. In XI und XII, welche früher mit Amphodelit verwechselt wurden, zeigt sich auch nach Svanberg das andere Kennzeichen der Zersetzung, die Verminderung der Härte im Verhältnisse zu diesem Mineral; daher kann es auch gar nicht zweifelhaft sein, dafs XI und XII nichts anderes als zersetzte Amphodelite sind.

Im Allgemeinen nehmen die Alkalien und die Magnesia mit der Verminderung der Kalkerde zu; die Ver-

1) Jahresber. 1854. S. 832.

2) Jahrb. für Mineral. 1859. S. 300.

3) Poggendorff's Ann. Bd. CVIII. S. 110.

4) Auffallend ist es, dafs der Anorthit III, obgleich er nach allen Seiten auskrystallisirt ist, und viele andere sehr deutliche Flächen zeigt, doch einen so geringen Sauerstoffquotienten hat.

muthung ist daher gegründet, dafs diese Basen die Kalksilicate zersetzen, und dafs Gewässer, kohlensaure Alkalien und Magnesiabicarbonat enthaltend, diese Zersetzung bewirken (Kap. I. No. 16) und den gebildeten kohlensauren Kalk fortführen. Die verdrängenden Alkalien und die Magnesia ersetzen aber nicht ganz die verdrängte Kalkerde; daher vermindern sich die Sauerstoffquotienten. Dies mag auch davon herrühren, dafs freie Kohlensäure in den Gewässern an der Zersetzung der Kalksilicate Theil nimmt (Kap. I. No. 1).

In VIII, XIII und XIV, welche sich durch einen bedeutenden Gehalt an Eisenoxyd auszeichnen, mag dieses ursprünglich die Thonerde theilweise vertreten oder verdrängt haben (Kap. I. No. 49). Es ist nicht wahrscheinlich, dafs XIV neben Eisenoxydul gar kein Eisenoxyd enthalten haben sollte. Von diesem vermuthet Rammelsberg[1]), dafs er sich dem Linseit anschliefse, Naumann[2]) hält ihn für einen umgewandelten Cordierit, weil er der Zusammensetzung des Praseolith nahe steht. Sollte das erstere das richtige sein: so könnte gedacht werden, dafs das Kalksilicat theils durch kohlensaures Kali, theils durch Eisenoxydhydrat, entstanden durch Oxydation des Eisenoxydulbicarbonat (Kap. I. No. 50) in Gewässern, zersetzt worden ist.

Die Wirkungen schon eingetretener Zersetzung der Anorthite zeigen sich darin, dafs sie bisweilen undurchsichtig werden, Perlmutterglanz annehmen und sich mit einem dünnen weifsen Anflug überziehen. Von ihren Zersetzungsproducten war schon oben die Rede.

K. Saussurit.

Von Säuren wird er nicht angegriffen.

Vorkommen. Im Euphotid, der als eine Varietät des Gabbro zu betrachten ist.

Zusammensetzung. Es liegen 9 Analysen vor.

[1]) Suppl. IV. S. 144.

[2]) Lehrbuch der Mineralogie. III. Ausg. S. 346.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	44,00	49,00	44,6	43,6	49,73
Thonerde	30,00	24,00	30,4	32,0	29,65
Eisenoxyd	12,50	6,50	—	—	0,85
Manganoxyd	0,05	—	—	—	Spur
Kalkerde	4,00	10,50	15,5	21,0	11,18
Magnesia	—	3,75	2,5	2,4	0,56
Natron	6,00	5,50	7,5	—	4,04
Kali	0,25	—	—	1,6	0,24
Wasser und Kohlensäure	—	—	—	—	3,75
	96,80	99,25	100,5	100,6	100,00
Sauerstoffquotient . .	0,896	0,747	0,928	0,976	0,716

	VI.	VII.	VIII.	IX.
Kieselsäure	50,84	51,76	43,59	48,10
Thonerde	26,00	26,82	27,72	25,34
Eisenoxyd	2,73	1,77	2,61	3,30
Manganoxyd	—	—	—	—
Kalkerde	14,95	12,96	19,71	12,60
Magnesia	0,22	0,35	2,98	6,76
Natron	4,68	4,61	3,08	3,55
Kali	0,61	0,62	—	—
Wasser und Kohlensäure	1,21	0,68	0,35	0,66
	101,24	99,57	100,04	100,31
Sauerstoffquotient . . .	0,704	0,676	0,942	0,802

I. Saussurit vom *Genfersee.* Theod. de Saussure.

II. Saussurit nach Klaproth.

III. Saussurit aus dem Euphotid vom *Mont Genèvre.* Boulanger.

IV. Saussurit aus dem Euphotid vom Thal *Orezza* in *Corsica.* Boulanger.

V. Feldspath aus dem Euphotid. Delesse.

VI. Saussurit aus dem Grünstein bei *Neurode* in *Schlesien.* G. vom Rath.

VII. Saussurit vom *Zobten* in *Schlesien.* Chandler.

I. Journ. des Mines Sér. III. T. XIX. p. 205.
II. Beiträge. Bd. IV. S. 271.
III. und IV. Ann. des Mines. Sér. III. T. VIII. p. 159.
V. Bulletin de la Soc. géol. de France. Sér. II. T. VI. p. 547.
VI. Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 555.
VII. Jahresber. 1856. S. 858.

VIII. Bläulichweifser Saussurit aus dem Euphotid vom *Monte Rosa.* T. S. Hunt.

IX. Grünlichweifse Varietät von demselben Vorkommen. T. S. Hunt.

Solche bedeutende Abweichungen in den Sauerstoffquotienten können nur geringen Theils von fehlerhaften Analysen herrühren; sie müssen eine andere Ursache haben. Wir werden im Kap. XXXIV. sehen, dafs der Diallag, mit dem der Saussurit den Gabbro zusammensetzt, der Zersetzung sehr unterworfen ist, und dafs das Gestein meist alle Kennzeichen einer mehr oder weniger weit fortgeschrittenen Zersetzung zeigt. Dazu kommt, dafs Gabbro in der Regel mit Serpentin, mithin mit einem Gestein vorkommt, welches nur ein Umwandlungsproduct anderer Gesteine sein kann. Die von Delesse untersuchten Euphotide brausen mit Säuren. Die Carbonate durchdringen die Feldspathgrundmasse, die Feldspath- und Diallagkrystalle. Zwischen den Spaltungsflächen und zufälligen Spalten der Feldspathkrystalle finden sich kleine Lamellen von Talk und zwischen den Mineralien Serpentinäderchen. Letztere werden manchmal so häufig, dafs man nicht mehr weifs, ob man das Gestein Serpentin oder Euphotid nennen soll.

In Uebereinstimmung mit diesen Zersetzungsprocessen ist der so überaus wechselnde Kalkgehalt in den Analysen, und das so häufige Vorkommen des Kalkspath in Drusen und Trümmern des Gabbro.

Die Sauerstoffquotienten fallen im Saussurit zwischen 0,976 und 0,676, im Anorthit zwischen 1,083 und 0,794, im Labrador zwischen 0,83 und 0,555 und letzterer Sauerstoffquotient gehört einem Labrador aus dem Euphotid an. Da nun die Sauerstoffquotienten der Saussurite und Anorthite sehr nahe innerhalb gleicher Grenzen fallen, da auch die Analysen beider, ungeachtet ihrer bedeutenden Schwankungen doch im Allgemeinen Uebereinstimmung zeigen: so kann man die Vermuthung nicht zurückweisen, dafs die Saussurite nichts anderes als zersetzte Anorthite oder selbst zersetzte Labradorite seien[1]). Ob

VIII. und IX. Jahresb. 1859. S. 787.

[1]) So weit in der englischen Ausg. Seit dem Erscheinen der-

diese Vermuthung auch auf krystallographischem Wege begründet werden kann, mufs, da das Krystallsystem, dem der Saussurit angehört, nur mit Wahrscheinlichkeit als das rhombische erkannt ist, dahingestellt bleiben.

L. Leucit.

Der Leucit wird, wenn gepulvert, von Salzsäure vollständig zersetzt, wobei sich die Kieselsäure pulverförmig ausscheidet.

Vorkommen. Der Leucit kommt vor am häufigsten in alten, weniger häufig in neueren Laven des *Vesuv*, in alten Laven in der Nähe von *Rom*, auf der Insel *Lipari*, auf *Owaihi*, in Lavagängen, im Peperin und Bimsstein im *Kirchenstaate*, im Leucitgestein am *Kaiserstuhl*, bei *Rieden* und *Volkesfeld*, und in den Tuffmassen bei *Bell*, in den Umgebungen des *Laacher See* (in letzteren im sehr zersetzten Zustande), im Leucit-Trümmergestein unfern *Rom*. Aufserdem sind Leucite schon mehrmals vom *Vesuv* in grofser Menge ausgeworfen worden.

Zusammensetzung.

	I.	I a.	II.	III.
Kieselsäure . . .	53,75	53,50	54,00	54,50
Thonerde	24,62	24,25	23,00	23,50
Kali	22,11	19,09	22,75	20,16
	100,48	96,84	99,75	98,16
Sauerstoffquotient .	0,546	0,524	0,520	0,508

selben ist der Saussurit der Gegenstand weiterer Untersuchungen geworden. G. v. Rath (a. a. O.) beschreibt einen Saussurit von *Neurode*, der im äufseren Ansehen dem Labrador durchaus ähnlich ist; glaubt aber, besonders da das spec. Gewicht von jenem gröfser (2,991 bis 2,998) als das von diesem ist (2,69 bis 2,76), keineswegs eine Umänderung des Labrador in Saussurit annehmen zu dürfen.

Chandler betrachtet den Saussurit als aus der Zersetzung des Labrador hervorgehend, und den von *Zobten* als zwischen dem von *Neurode* und dem unzersetzten schlesischen Labrador stehend.

Hunt hat erörtert, dafs unter der Benennung Saussurit drei verschiedene, nur durch weifse oder blafs-grünlichweifse Farbe und derbes Gefüge ähnliche Mineralien zusammengefafst werden, nämlich Labrador oder ein ähnlicher Feldspath, Granat und Epidot. Nach Hunts Untersuchung ist der ächte Saussurit aus dem Euphotid vom *Monte Rosa* ein Kalk-Thonerdeepidot oder Zoisit.

	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	56,10	56,05	55,81
Thonerde	23,10	23,03	24,23
Eisenoxyd	0,95	—	—
Kalkerde	—	Spur	—
Kali	21,15	20,40	10,40
Natron	—	1,02	8,83
	101,30	100,50	99,27
Sauerstoffquotient .	0,503	0,497	0,529

I und I a. Leucit vom *Vesuv.*
II. Von *Albano* bei *Rom.*
III. Von *Pompeji,* Klaproth[1]).
IV. Vom *Vesuv,* Arfwedson[2]).
V. Aus der Lava von *Somma* bei *Neapel,* Awdejew[3]).
VI. Aus der Lava vom *Vesuv,* glasiger Leucit, Abich[4]).

Da nur die beiden Analysen V und VI Natron angeben: so schien es, dafs die Leucite theils blos Kali, theils Kali und Natron enthalten. Um hierüber in's Klare zu kommen, habe ich die folgenden Analysen unternommen[5]).

	VII.	VIII.	IX.	X.
Kieselsäure	56,22	54,36	57,84	56,49
Thonerde etwas eisenhaltig	23,07	24,23	22,85	22,99
Eisenoxyd	0,48	—	0,14	—
Kalkerde	0,23	—	0,20	0,04
Kali	13,26	16,52	12,45	15,21
Natron	6,40	3,90	6,04	3,77
Glühverlust	nicht bestimmt	0,64	0,59	1,48
	99,66	99,65	100,11	99,98
Sauerstoffquotient	0,509	0,536	0,481	0,487

[1]) Beiträge. Bd. II. S. 39 ff. Im Leucit fand bekanntlich Klaproth zuerst das Kali als einen Bestandtheil mineralischer Substanzen.

[2]) Afhandl. i Fys. VI. 139.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. LV. S. 107.

[4]) Geol. Beobachtungen. S. 128.

[5]) In Betreff des von mir eingeschlagenen Verfahrens bei der Analyse siehe I. Aufl. Bd. II. S. 2288 u. s. w.

	XI.	XI a.	XI b.	XI c.
Kieselsäure	57,28	58,10	56,45	56,32
Thonerde mit Spuren von Eisen	22,44	22,76	24,85	23,99
Kalkerde	Spur	Spur	Spur	Spur
Kali	17,12	17,36	17,43	17,54
Natron	1,75	1,78	1,98	2,15
Glühverlust	1,41	—	—	—
	100,00	100,00	100,21	100,00
Sauerstoffquotient	0,465	0,465	0,506	0,503

VII. Leucitkrystalle von *Rieden*. Sie brausten etwas mit Säuren; die folgenden zeigten aber nicht das mindeste Brausen.

VIII. 364 Leucitkrystalle aus einem anderen Leucitgestein daselbst.

IX. 19 Leucitkrystalle vom *Vesuv* im April 1845 ausgeworfen.

X. 5 Leucitkrystalle vom *Vesuv* 1847 ausgeworfen.

XI. Leucitbröckchen von einem grofsen Krystall aus *Roccamonfina* von der äufsersten Kruste.

XI a. Nach Abzug des Glühverlustes, um diese Analyse mit den beiden folgenden, in welchen der Glühverlust nicht bestimmt wurde, vergleichen zu können.

XI b. Leucitbröckchen von demselben Krystall, unterhalb der vorhergehenden.

XI c. Desgleichen nahe dem Kern.

Durch ein Versehen wurde in XI und XI c das Gewicht der Kieselsäure vor der Behandlung mit Flufssäure nicht, und daher nur durch Subtraction bestimmt [1]).

Klaproth's Analysen können nicht dagegen sprechen, da er blos aus den Krystallformen der alkalischen Salze auf Abwesenheit des Natron geschlossen hat. Auch Arfwedson's Analyse kann nicht geltend gemacht wer-

[1]) Obgleich nämlich durch 24stündige Digestion mit Salzsäure das Leucitpulver vollständig aufgeschlossen wird: so wurde doch die abgeschiedene Kieselsäure durch Flufssäure verflüchtigt, um mich zu überzeugen, dafs kein unzersetztes Mineral mehr vorhanden war. Dies ist namentlich dann nicht zu vernachlässigen, wenn, wie in den meisten Fällen, die Leucite Augit- oder Lavatheile eingeschlossen enthalten, welche sich nicht vollständig absondern lassen.

den, da der bedeutende Ueberschufs auf Fehler in der Analyse schliefsen läfst. Die übrigen 10 Analysen weisen aber durchgängig Natron und zum Theil in bedeutenden Mengen nach.

Selbst die Sauerstoffquotienten der älteren Analysen nähern sich ziemlich dem Werthe = 0,5 und die der neueren Analysen kommen ihm so nahe, dafs er für den normalen zu halten ist. In IX, X und XI sinkt aber der Sauerstoffquotient merklich herab, und der Glühverlust zeigt die Gegenwart von Wasser an; von den Basen war daher etwas verloren gegangen. Auffallend ist dieser Verlust in IX und X, in Leucitkrystallen, welche 9 und 7 Jahre vor der Analyse vom *Vesuv* ausgeworfen worden waren. Während dieser kurzen Zeit konnten sie sich nicht merklich verändert haben; sie waren also schon in etwas zersetztem Zustande aus dem Vulkan gekommen, und mufsten darin zersetzt worden sein. In ihrem äufseren Ansehen zeigten sie sich sehr wenig verändert. Sehr bedeutend verändert war aber die Kruste XI; denn sie war erdig, leicht zerreiblich und völlig glanzlos.

Das Eisenoxyd und die Kalkerde in meinen Analysen rührten ohne Zweifel von den eingeschlossenen Augittheilen her, welche bei Behandlung der Kieselsäure mit Flufssäure zersetzt worden waren.

Soweit in der Englischen Ausgabe. Seit dem Erscheinen derselben lieferte Rammelsberg[1]) eine werthvolle Arbeit über die chemische Zusammensetzung des Leucit und seiner Zersetzungsproducte:

	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Kieselsäure . .	56,24	56,05	57,15	56,10	56,25
Thonerde . . .	23,02	23,16	23,24	23,22	23,26
Kali	19,88	20,04	19,46	20,59	20,04
Natron	0,56	0,30	0,63	0,57	0,43
Kalkerde . . .	—	—	—	—	0,32
Glühverlust . .	0,52	0,52	0,52	—	—
	100,22	100,07	101,00	100,48	100,30
Sauerstoffquotient	0,491	0,496	0,483	0,496	0,495

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVIII. S. 142 ff.

	XVII.	XVIII.	XIX.
Kieselsäure . .	56,83	55,90	53,39
Thonerde . . .	22,32	23,98	25,07
Kali	19,88	18,74	0,28
Natron	0,09	0,42	0,64
Kalkerde . . .	0,24	0,25	11,94
Glühverlust . .	0,60	0,89	9,26
Chlor	0,03	Spur	—
	99,99	100,18	100,58
Sauerstoffquotient	0,469	0,5	0,473

XII, XIII, XIV. Regelmäfsige durchscheinende Krystalle von Glasglanz, im Innern von Sprüngen durchsetzt, von der Eruption des *Vesuv* am 22. April 1845. Der mittlere Sauerstoffquotient aus diesen 3 Analysen ist = 0,490 und stimmt mit dem mittleren der Analysen IX und X bis auf 0,06 überein.

XV. Derbe Leucitmasse, farblos und durchsichtig, mitten in einer porösen schwarzen Vesuvlava vom Jahre 1811 eingewachsen.

XVI. Weifse Körner aus der nämlichen Lava, einzelne zeigen Leucitoederflächen.

XVII, XVIII, XIX. Veränderte Leucite aus den Laven der *Roccamonfina*. Es kommen hier zwei Arten veränderter Leucite vor. — Die eine Art läfst sich leicht herausnehmen, zeigt eine rauhe, dünne Rinde, ist im Innern oft ganz homogen, schwach durchscheinend und wachsglänzend, ist viel weniger hart, als frischer Leucit und hat das specifische Gewicht nur = 1,82. Rammelsberg's Analysen geben für diesen veränderten Leucit die Zusammensetzung XVII und XVIII in Uebereinstimmung mit meinen Analysen XI, XI a und XI b, wonach die Veränderung desselben weniger in einer Abänderung der Zusammensetzung, als in einer Auflockerung der Masse besteht. Die zweite Art veränderter Leucitkrystalle besteht aus einer wie Kaolin aussehenden weifsen zerreiblichen Masse, die beim Glühen 6 bis 10 % Wasser verliert. Zur Analyse wurde eine gröfsere Menge mäfsig fein gerieben und geschlämmt. Die Zusammensetzung der in der erdigen Masse befindlichen harten Körner und der abgeschlämmten weichen Masse war gleich. Die Zusammensetzung der Krystalle im Mittel ist XIX.

Bildung. Leop. von Buch[1]) fand in der Mitte der schönen Leucitkrystalle bei *Civita, Castellana* und *Borghetto* am Ufer der *Tiber* fast immer einen schwarzen Punkt, um den der Krystall sich gebildet zu haben schien. Ist dieser Punkt besonders grofs, so hat ihn der Leucit oft nicht völlig umgeben können, und dann hängt er mit der Gesteinmasse selbst zusammen, ohne sich wesentlich von ihr zu unterscheiden. Manchmal nimmt ein Augitkrystall die Stelle dieses Punktes ein, und es ragen dann nicht selten seine beiden Enden aus dem Leucit hervor. Ist, schliefst v. Buch, der Leucit von früherer Bildung als die Gesteinmasse, die ihn umgiebt: so ist es auch jener Stützungspunkt, der nur selten in den Krystallen fehlt, und offenbar mufs der Leucit später, als der Augit entstanden sein. Die Ecken und Flächen dieser Krystalle sind scharf und daher läfst sich schwerlich annehmen, dafs sie vor der Gesteinmasse präexistirt haben und geschmolzen in ihr fortgerissen worden seien. Denn in diesem Falle müfste die ganze Krystallform zerstört worden sein und sich eine mehr oder weniger unförmliche Kugel gebildet haben. Die Bestandtheile des Leucit scheinen daher aus der fliefsenden Lava entstanden zu sein.

Breislak[2]) untersuchte sechs der schönsten Leucitkrystalle, deren Oberfläche auch nicht den geringsten Sprung zeigte. In dreien fand er keinen fremden Körper, in zweien aber Theilchen einer schwarzen erdigen Substanz, völlig vom Ansehen der Lava. Nach dem Zerschlagen eines derselben zeigte sich im Innern eine weifse glasige Masse und in der Mitte erschienen zwei mikroskopisch kleine schwarze Augitbruchstücke, welche von allen Seiten von Leucit umgeben waren. Auch die Leucitkrystalle in Lavageschieben aus der Gegend von *Rom* enthalten oft Augitkörner, kleine Bruchstücke von Lava und, obwohl selten, ein Hauynkörnchen.

Dafs man in den neuern Laven nicht Leucite von gleicher Gröfse und Schönheit, als in den alten Lavaströmen findet, besonders in denen, deren Alter über alle

1) Gilbert's Ann. Bd. VI. S. 53 ff.

2) Lehrb. der Geologie, deutsche Uebersetzung. Bd. III. S. 292.

Geschichte hinausgeht, hält v. Buch für einen besonders merkwürdigen Umstand (S. 299). Weder der Lavastrom, der 1794 *Torre del Greco* verschüttete, noch der von 1760 enthalten eine Spur von Leucit. Dagegen ist die Oberfläche der Lavaströme von 1767 und 1779 mit einer Menge kleiner weifser Flecken bedeckt und eine noch gröfsere Menge kleiner glänzender Punkte findet sich durch die ganze Masse zerstreut. Beide erkennt man durch die Lupe als völlig krystallisirte Leucite.

Die alten Laven, besonders diejenigen, welche sehr grofse Leucite enthalten, bilden grofse, beträchtliche Strekken bedeckende Massen, und es fehlt ihnen gänzlich der Character von Strömen. Die grofsen, vom *Vesuv* herausgeschleuderten Steinmassen enthalten gleichfalls häufig Leucitkrystalle, oft in solcher Menge, dafs sie die Augitkrystalle, einem Teige gleich, umgeben. Dafs diese Leucitmassen sich nie in Strömen, sondern immer nur in grofsen ausgeschleuderten Steinmassen finden, hält v. Buch für ein Zeichen, dafs sich der Leucit nicht einmal im Innern des Vulkan bilde, sondern dafs zu seiner Bildung ein Stoff erfordert werde, der sich nur aufserhalb des Vulkan vorfindet und vielleicht in Berührung mit der Luft zugeführt werde.

Dafs der, dem *Vesuv* und dem vulkanischen Theile der *italienischen* Halbinsel vorzugsweise eigenthümliche Leucit nicht blos in den älteren, sondern auch in den neueren und neuesten Laven jenes Vulkan in bedeutenden Quantitäten vorkommt, zeigen die Ströme von 1822, 1828 und 1832. So schätzen Monticelli und Covelli[1]) in den östlichen Laven von 1822 das Verhältnifs des Leucit zu den übrigen Gemengtheilen wie 6 : 1. Eine vom *Vesuv* im Jahre 1822 ausgeworfene Lava, in welcher der Leucit gleichfalls vorherrschte, zeigte deutliche Spuren einer abermaligen, im Krater erlittenen Feuereinwirkung. Die an der Oberfläche geschmolzenen Leucitkörner überzogen das Gestein mit einem bläulichweifsen glänzenden Firnifs. Eine andere Lava dieser Art war in einen glasigen Zustand übergegangen. Zu den vom *Vesuv* wäh-

[1]) Der *Vesuv*, deutsche Uebersetzung. S. 154.

rend seiner Eruption ausgeworfenen Aggregaten gehörte eine mandelsteinartige Lava, welche Leucit in weifsen Körnchen einschlofs, ferner Bruchstücke von porphyrartiger Lava, aus Augit und vorwaltendem Leucit von der Art, wie die Lava der alten Ströme auf dem nördlichen Abhange der *Somma*, und eine Leucitlava, worin Leucitkrystalle von $^1/_2$ Zoll Durchmesser eingewachsen waren. In den Brocken, die 2 Meilen vom Krater ab, nach Südost hin, niedergefallen waren, und die aus Massen von halbverglaster, porphyrartiger Lava bestanden, wovon die gröfsten $1^1/_2$ Zoll Durchmesser hatten, desgleichen in den sie begleitenden Schlackenbruchstücken, welche deutliche Augitkrystalle enthielten, und in Bimssteinstücken bis zu 6 Zoll Gröfse war aber der Leucit gegen Augit und Glimmer überwiegend. Auch der im October 1822 gefallene feine Sand enthielt Leucitkörner, die theils ungefähr 0,33 vom Ganzen, theils mehr als alles Uebrige betrugen.

Fr. Hoffmann[1]) fand an den steilen Wänden der durch die Lavaströme vom October und December 1831 in zwei Theile gespaltenen äufsersten Ränder des *Vesuv* eine grofse Menge parallel über einander liegender Lavabänke, welche stark mit Leucitmasse durchdrungen und reich an einzelnen porphyrartig ausgeschiedenen Augitkrystallen waren. Sehr oft sind die Wände senkrecht oder in sehr geneigten Richtungen von Lavagängen durchschnitten, deren Gestein, dem vom *Monte Somma* ganz ähnlich, Leucitkörner und Augit enthält. Frische Schlakken aus einem Seitenzweig der Lava, der ganz in seiner Nähe in eine Spalte während seiner Anwesenheit eingedrungen war, enthielten in allen ihren Höhlungen bis einen halben Zoll lange Glasfädchen und in ihrem Innern waren Leucitkörner sehr deutlich zu unterscheiden. Bei einigen sah er den Anfang von Krystallbildung: sie bestanden aus 5—6 dicht an einander gruppirten Kügelchen; zuweilen sah er auch die kleinen Höhlungen mit einer dünnen Drusenkruste feiner Leucitkrystalle überzogen. In den Lavastücken vom 23. Februar 1832, welche

[1]) Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XIII. S 183 ff.

Hoffmann in der Mineraliensammlung von *Berlin* niedergelegt hat, befinden sich viele Leucitkörner, Krystalle und Augite. Selbst in den Lavastücken, welche mit einer eisernen Zange flach gedrückt, mit dem Namen Salvatore Madonna 1832 bezeichnet sind, sind kleine Leucitkörner gar nicht zu verkennen; in diesen ist jedoch der Augit kaum anders, als in dem porösen herausgequollenen Rande entwickelt. Die dichte Lava, welche mit dicken Rinden von Kochsalz aus dem Krater vom 25. März 1832 entnommen wurde, zeigt sehr deutlich Leucitkrystalle. In der porösen Lava vom 22. März 1828, an der die Augitkrystalle in den schärfsten Umrissen an die Oberfläche ganz frei oder mit einem dünnen Ueberzuge hervortreten, sind die Leucite in grofsen Krystallen vorhanden; ebenso in grofsblasigen Schlackenstücken aus der Oberfläche eines älteren Lavastromes aus dem *Fosso di Pollena*, welche jedoch nur sehr wenige deutliche Augitkrystalle enthalten.

Nach Necker[1]) ist auf dem Durchschnitte eines Lavastroms vom *Vesuv* die Oberfläche mit homogenen Schlacken bedeckt, die bei der Berührung mit kalter Luft plötzlich erstarrt sind. Gegen das Innere hin, wo die Blasen seltener und kleiner werden, zeigt aber die Masse eine immer deutlicher werdende steinige Structur. Allmälig unterscheidet man unter der Lupe kleine Körnchen von Leucit und Augit, welche mit zunehmender Entfernung von der Oberfläche immer gröfser werden.

Die vom *Vesuv* am 22. April 1845 in grofser Menge ausgeworfenen Leucitkrystalle sind nach Pilla's Beschreibung[2]) sehr durchscheinend, glasglänzend, ungemein regelmäfsig ausgebildet und vollkommen frisch. Ihre Gröfse steigt bis zu der kleiner Nüsse; kleine Theile frischer Schlacken sitzen manchmal an denselben. Mit diesen Leuciten wurden gleichzeitig Augitkrystalle, deren Länge bis auf 7 Millimeter steigt, ausgeworfen.

Von vorstehenden Leucitkrystallen erhielt ich 19 Stücke und von einem Ausbruche des *Vesuv*, angeblich

[1]) Sammlung von Arbeiten ausländ. Naturf. über Feuerberge. Deutsche Bearb. von Nöggerath und Pauls. Bd. II. S. 193.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1846. S. 341.

vom 10. Februar 1847, 5 Krystalle. Letztere waren ersteren so ähnlich, dafs man eine gleiche Abstammung vermuthen möchte. Sie waren regelmäfsig ausgebildet, sehr durchscheinend, glasglänzend und ganz frisch. Mehrere hatten an einzelnen Stellen einen dünnen, hier und da glasigen, theils bräunlichgelben, theils braunen, selten etwas in das Grünliche ziehenden Ueberzug, besonders da, wo zwei oder drei Leucit-Trapezoëder an einander safsen. An einem Krystall befand sich eine glasglänzende blasige Schlacke, welche deutlich zeigte, dafs er in einer geschmolzenen Masse gesessen hatte. Andere waren ganz frei von einem solchen Ueberzuge und auch im Innern sehr rein. Nach dem Zerschlagen fanden sich aber in den meisten Krystallen Einschlüsse, welche zum Theil den vormaligen geschmolzenen Zustand deutlich wahrnehmen liefsen, und von derselben Substanz wie die aufsen anhängenden schlackigen Massen zu sein schienen. Augitbruchstücke und Körnchen habe ich in ihnen nicht finden können. Die von Pilla beschriebenen, vom *Vesuv* ausgeworfenen Leucitkrystalle scheinen diesen sehr ähnlich gewesen zu sein.

Die Leucitkrystalle von *Roccamonfina* erreichen eine, grofsen Orangen gleichkommende Gröfse [1]). Sie sind in der gewöhnlichen Form wohl ausgebildet, nur etwas verwittert. Pilla bemerkte auf der Oberfläche eines dieser Krystalle kleine Serpulae und zugleich Sandkörnchen ähnlich jenen, die so häufig auf Muscheln aus Sandbänken sitzen. Sonach, schliefst er, dürfte der untermeerische Ursprung des Kraters von *Roccamonfina* nicht zweifelhaft sein.

Ein Bruchstück eines Leucitkrystalls von diesem Vorkommen aus der Mineralienniederlage von Krantz, von ungefähr $^3/_4$ Zoll Durchmesser, zersprang schon durch einen einzigen schwachen Schlag mit dem Hammer. Es löste sich eine aufsen rauhe, im Innern glasglänzende und an den Kanten durchscheinende Kruste ab, welche sich zwischen den Fingern und mit Hülfe der Nägel in kleine Bruchstücke zertheilen liefs, wovon nur wenige erbsen-

[1]) Pilla a. a. O.

grofs, die meisten von der Gröfse feinen Sandes waren und äufserst selten Flächen zeigten. Diese Kruste war frei von Einschlüssen; nur selten zeigten sich kleine bräunliche Pünktchen. Unter ihr war die Masse noch leichter mit den Fingern in meist feine, an einzelnen Stellen durchsichtige, an anderen durchscheinende, milchweifse Splitterchen zu zertheilen. Der Kern enthielt viele, in der Farbe dem Augit ähnliche, traubige Einschlüsse, in denen keine Flächen und Kanten wahrzunehmen waren. Manche enthielten mikroskopisch kleine, weifse Leucitpünktchen, andere waren mit denselben innig gemengt und dadurch grau gefärbt; hier und da zogen sich Leucitstreifen durch die Einschlüsse.

Eine grofse Zahl von Leucitkrystallen, welche aus dem Leucitgestein von *Rieden*, unfern des *Laacher See*, herausgeschlagen wurden, unterwarf ich einer sorgfältigen Untersuchung. Diese Krystalle sind sehr klein, die gröfsten nur von ungefähr 1 Linie Durchmesser. Die aus einem andern Blocke herausgeschlagenen Krystalle waren noch kleiner; denn das Gewicht von 364 betrug nur 39, mithin das eines einzigen durchschnittlich 0,1 Gran. Manche dieser Krystalle sind mit einer sehr dünnen Kaolinrinde überzogen, im Innern aber noch ganz frisch. Kaum findet sich einer, der nicht dem Augit ähnliche, schwarze Einschlüsse enthält, welche weder runde Körnchen, wie man sie beim Schmelzen des Augit vor dem Löthrohr erhält, noch wohl ausgebildete Krystalle darstellen. Selbst die kleinsten dieser Einschlüsse sind, so weit man ihre Umrisse noch unter der Lupe erkennen kann, nicht vollkommen abgerundet, sondern erscheinen, und dies ist bei den gröfseren am deutlichsten zu sehen, als Bruchstücke von Krystallen mit geraden Kanten und scharfen Ecken. Nicht selten bilden sie Nadeln von der Dicke eines Menschenhaares, welche fast so lang wie die Krystalle dick sind. Häufig sind diese Einschlüsse, namentlich die kleineren, durch anfangende Zersetzung ochergelb gefärbt.

Die Einschlüsse in den Leuciten von *Rieden* zeigen sich daher sehr verschieden von denen in den von mir untersuchten Leuciten, welche vom *Vesuv* ausgeworfen

wurden, so wie von dem grofsen Leucit von *Roccamonfina*; denn in keinem von diesen konnte ich auch nur eine Spur einer krystallinischen Bildung wahrnehmen, sondern es waren stets lavaartige Massen. In einer vorliegenden, an einer Seite abgeschliffenen und polirten Leucitlava vom *Vesuv*, worin sich Leucitkrystalle bis zu 3 Linien Durchmesser finden, zeigen sich zwar einige schwarze Punkte, aber keine krystallinischen Bildungen.

Die Augite im Leucitgestein von *Rieden* betragen viel weniger als die Leucite. Jene lassen selten deutliche Kanten, Ecken und Flächen wahrnehmen; zwischen ihnen und den in den Leuciten eingeschlossenen Augiten zeigt sich in Beziehung auf die Form kaum ein Unterschied. Die Augite im Gesteine erreichen aber, obgleich sehr selten, die Gröfse der gröfsten Leucite; meist sind sie eben so klein und bilden eben so kleine Pünktchen wie diese. Manchmal sieht man in den Augiten kleine Partieen von Leucit, auch die feinsten Risse damit erfüllt. Einige von den gröfseren Augiten sind kugelförmig, glasglänzend, und sondern sich in concentrischen Schalen ab; manche scheinen auch die Ausbildung der mit ihnen in Berührung stehenden Leucitkrystalle gestört zu haben. Die glasigen Feldspathe kommen viel seltener in einzelnen Partieen als die Leucite vor. Auch sie enthalten häufig Einschlüsse von Augitbruchstücken.

Alle diese Verhältnisse sprechen dafür, dafs die Augite in den Leuciten wie im Gesteine früher gebildet wurden, als die Leucite; die leucitische Masse im Innern und in Sprüngen der Augite kann selbstredend nur später als diese gebildet worden sein. (Vgl. Nachtrag S. 510.)

Der Leucit ist vor dem Löthrohre unschmelzbar, der Augit schmilzt dagegen zu einem Glase. Als Klaproth[1]) Leucit der Hitze des Porcellanofens ausgesetzt hatte, zeigte sich aufsen eine anfangende Schmelzung, im Innern nur eine geringe Veränderung und noch starker Glanz; die darin befindliche Hornblende (Augit?) war aber zu einzelnen Tröpfchen geschmolzen. Der Leucit ist daher bei weitem strengflüssiger als der Augit.

[1]) Beiträge. Bd. I. S. 21.

Drei grofse Stücke vom Leucitgestein von *Rieden* setzte ich in einem hessischen Schmelztiegel einer starken Hitze aus. Die Masse stieg auf und flofs über, welches ohne Zweifel von entweichender Kohlensäure herrührte; denn das Gestein braust stark mit Säuren. Was an den innern Wänden des Tiegels noch hängen geblieben war, war eine vollkommen geschmolzene glasige Masse, in welcher die Leucitkrystalle sich fast ganz unverändert zeigten. Auch in der übergeflossenen, dem freien Feuer ausgesetzt gewesenen Masse waren die Leucite noch völlig von der umgebenden Masse gesondert: theils erschienen sie fast ganz unverändert, theils waren sie blasig und dem Bimsstein ähnlich geworden. Diese anfangende Schmelzung mochte indefs theils durch die eingeschlossenen Augite, theils durch die umgebende Masse, welche als Flufsmittel gewirkt hatten, verursacht worden sein.

Dieser Versuch wurde mit erbsengrofsen Stücken wiederholt. Sie schmolzen zu einer grofsblasigen Schlacke, welche 4 Zoll hoch im Tiegel emporstieg und überflofs. Die Leucitkrystalle waren nicht zum Schmelzen gekommen, meist milchweifs, aber zum Theil noch glasglänzend. An einer Stelle im Tiegel, wo die Masse zu vollkommenem Glas geschmolzen war, konnte man noch deutlich die ungeschmolzenen Leucite erkennen.

Es wurde nun noch fein gepülvertes Leucitgestein einem strengen Feuer ausgesetzt. Nach dem Zerschlagen des Tiegels fand sich in der Mitte eine grofsblasige Schlacke, welche ringsumher von einer blos zusammengesinterten nicht blasigen Kruste umgeben war. Dies ist auffallend, da der äufsere Theil einer stärkeren Hitze als der innere ausgesetzt gewesen war. In der Kruste waren die Augittheilchen deutlich von den Leucittheilchen gesondert; jene waren zu kleinen Kügelchen geschmolzen, diese meist unverändert, zum Theil von einer gelblichen Glasrinde umgeben. Aber auch in dem schlakkigen Kerne waren die Leucitkörnchen deutlich zu unterscheiden. Die Grundmasse und die augitischen Theile waren also so dünnflüssig gewesen, dafs die vielen Höhlenräume mit den dünnsten Rändern, auf denen noch Leucite safsen, entstehen konnten.

Die aufserordentliche Strengflüssigkeit des Leucit, der selbst als feines Pulver nicht zum Flusse kommt, wenn das ihn einschliefsende Gestein schmilzt, setzt voraus, dafs er, sofern er aus flüssiger Lava herauskrystallisiren kann, die zuerst erstarrende Substanz sein werde, und dafs die Lava, welche er während seiner Krystallisation einschliefst, viel später zur Erstarrung kommt.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn, wie v. Buch anführt, ein Augitkrystall in Leucitkrystallen eingeschlossen ist. Die Schmelzversuche thun entschieden dar, dafs Augit viel weniger strengflüssig als Leucit ist; die eingeschlossenen Augite konnten sich also nicht früher als die sie einschliefsenden Leucite gebildet haben. Der Augit kann durch langsames Erkalten künstlich krystallisiren; es ist daher zu denken, dafs eine vom Leucit eingeschlossene augitische Masse nach der Krystallisation des letzteren gleichfalls zum Krystallisiren kam. Wie hätte aber eine, etwa in der Form eines Tropfens gedachte und von festen Wänden des Leucit eingeschlossene augitische Masse den zur krystallinischen Ausbildung nöthigen Raum gewinnen können? — Wie hätten die erwähnten äufserst dünnen Nadeln, welche diese Form nicht im flüssigen Zustande haben konnten, sondern erst in Folge der Krystallisation angenommen haben würden, die feste Leucitmasse gleichsam durchbohren können, um sich Platz zu verschaffen? —[1]) Die Krystallisation ist eine mächtige Kraft; die Eiskrystalle dringen aber nicht in das Holz der Gefäfse, in denen Wasser friert, hinein, sondern sie zersprengen das Gefäfs. Sollten daher nicht auch die Augite, wenn sie, eingeschlossen in kleinen Leucitkrystallen, zum Krystallisiren gekommen wären, diese auseinander gesprengt haben? Die sie umgebende Grundmasse würde keinen Widerstand geleistet haben,

[1]) Diese Verhältnisse wurden schon von dem scharfsinnigen Breislak beachtet. Er sagt (a. a. O. Bd. I. S. 526): „Die kleinen Augit- und selbst Feldspaththeile, welche die Leucite einschliefsen, waren früher erstarrt als diese, welche doch viel strengflüssiger als jene sind.“ Diesen Widerspruch sucht er zwar zu heben; aber freilich auf eine so phantasiereiche Weise, dafs es überflüssig erscheint, seine Erklärung zu widerlegen.

da sie, noch leichtflüssiger als Augit, nicht früher, sondern später zur Erstarrung gekommen wäre. Noch weniger ist zu denken, dafs vorhanden gewesene Augite oder Augitbruchstücke von geschmolzener Leucitmasse eingehüllt werden konnten, ohne dafs sie geschmolzen wären oder dafs sich wenigstens ihre Ecken und Kanten abgerundet hätten.

Da wir der Ansicht v. Buch's, dafs der Leucit später als der in ihm eingeschlossene Augit entstanden ist, vollkommen beistimmen müssen: so sind wir nicht im Stande, diese Bildungsfolge mit einer Ausscheidung des Leucit aus geschmolzener Lava in Uebereinstimmung zu bringen. Mit Recht legt er ein grofses Gewicht darauf, dafs in den neueren Laven Leucite nicht von gleicher Gröfse und Schönheit wie in den alten gefunden werden. Wir haben Kap. XXIV. S. 297 die Frage aufgeworfen, ob denn der *Vesuv* die Kunst, Mineralien auf feuerflüssigem Wege zu bilden, verlernt habe; wir müssen diese Frage in Beziehung auf den Leucit wiederholen.

Leop. von Buch fühlte, dafs das unmittelbar Gegebene zur Erklärung der Bildung der Leucite nicht hinreichend sei; er wurde zur Annahme einer von aufsen hinzugekommenen Ursache geführt, welche wir nur in den Gewässern suchen können. Diese waren es, welche, durch die Laven filtrirend, die Bestandtheile des Leucit aufgelöst und daraus die Krystalle gebildet hatten. Eine solche Bildungsart erklärt ganz ungezwungen das Vorkommen gröfserer und schönerer Leucite sowohl in alten als in neuen Laven. Die mikroskopischen Leucite, womit die Vesuvlaven von 1767 und 1779 durchwebt sind, sind dann solche, welche erst im Werden begriffen sind.

Die kleinen Partieen von Leucit im Augit und in seinen feinsten Rissen konnten nur durch Gewässer eingeführt worden sein [1]). Die Leucitlava zeigt demnach dasselbe, worauf wir so oft geführt wurden, dafs wohl in den meisten Fällen vulkanische Bildungen erst lange nach ihrer Erstarrung zum Krystallisiren kommen. Dafs die Wirkung

[1]) Ueber das Verhalten des Leucit zum Wasser siehe Kap. III. S. 215.

der Gewässer auch nach der Bildung der Augite und Leucite fortdauert, zeigen in angeschliffenen Leucitlaven vom *Vesuv* die mikroskopisch feinen irregulären Sprünge, welche mit Eisenoxyd ausgefüllt sind, so wie die in rothe Masse umgewandelten augitischen Punkte in den Leuciten. Höhlungen voll Wasser sind nicht selten in Laven, und häufig in denen vom *Capo di Bove* bei *Rom* und in einigen der *Somma*.

Der unversehrte Zustand der Leucite in der künstlich geschmolzenen Lava entkräftet die Gründe, welche v. Buch gegen ihre Präexistenz anführte. Konnten sich die Leucitkrystalle in einer geschmolzenen Masse, welche so dünnflüssig war, dafs sie an den Wänden des Tiegels vollkommen glasartig erstarrte und selbst noch in den dünnsten Rändern, welche die Höhlenräume umgaben, erhalten: so ist ihre Präexistenz in der geschmolzenen Lava um so leichter zu begreifen, als die Hitze, welcher das Leucitgestein von *Rieden* ausgesetzt worden, gewifs höher als die der Lava des *Vesuv* war. Je weniger hoch aber der Hitzgrad der letzteren war, desto leichter konnten darin enthaltene Leucite ihn ertragen, ohne dafs ihre Krystallform oder selbst nur ihre Ecken und Flächen zerstört wurden.

Medici-Spada fand in der Lava von *Borghetto* nicht selten Leucitkrystalle, welche wie gespalten waren, ohne dafs irgend etwas daran fehlte; die flüssige Lava war in die Spalten, wie in einen schon vorhanden gewesenen Körper gedrungen. Diese Beobachtung spricht entschieden für die Präexistenz dieser Leucitkrystalle; denn man kann nicht annehmen, dafs Krystalle, in flüssiger Lava gebildet, in derselben, so lange sie noch flüssig war, zerspaltet worden wären. Nach der Erstarrung hätte dies in Folge der Contraction der Lava geschehen, dann hätte aber diese nicht in die Spalten eindringen können. Wohl aber ist zu denken, dafs vorhanden gewesene Leucitkrystalle von der flüssigen Lava eingehüllt und durch die plötzlich eingewirkte Hitze zerspaltet wurden, und dafs hierauf die flüssige Lava in die Spalten eindrang.

Scacchi fand im Leucitophyr von *Roccamonfina* neben grofsen und vollkommen gut erhaltenen Krystallen

andere abgerundete oder in Bruchstücken von allen Formen und Gröfsen[1]). Unmöglich kann man annehmen, dafs in einer feuerflüssigen Masse Leucitkrystalle hätten entstehen und hierauf darin abgerundet oder zersplittert werden können. Ein Gestein, in welchem solche abgerundete und zersplitterte Leucitkrystalle vorkommen, kann nur ein aus vulkanischen Producten entstandenes sedimentäres sein. Pilla vergleicht es auch mit leucitischen Tuffen, und dafür sprechen die kleinen Serpulae so wie die kleinen Körnchen Sand auf einem der grofsen Leucitkrystalle. Da sich endlich neben mehr oder weniger mechanisch zerstörten Leuciten grofse Krystalle nicht hätten erhalten können, und da sich die Gesteine mit den gröfsten dieser Krystalle meist auf den äufseren Gehängen des grofsen Kegels *Roccamonfina* finden: so bleibt für diese Krystalle keine andere Bildungsart als auf nassem Wege übrig.

Demgemäfs erscheint dieser Kegel als eine aus zerstörten leucitischen Gesteinen entstandene und zusammengeschwemmte Masse, in welcher sich neben Bruchstücken ursprünglich vorhanden gewesener Leucite, auf nassem Wege regenerirte vollkommene Leucitkrystalle finden.

Auf der andern Seite sprechen Necker's Beobachtungen (S. 485), das Vorkommen der Leucite in der Lava vom *Vesuv*, und ihre gegen das Innere zunehmende Gröfse, zu Gunsten ihrer Ausscheidung aus einer geschmolzenen homogenen Masse. Demzufolge, was Kap. XXIV. S. 296 ff.) über die Erstarrung geschmolzener Massen bemerkt wurde, ist wohl zu denken, wie sich in einer homogenen Lava diejenigen Bestandtheile, welche den strengflüssigen Leucit constituiren, beim Erkalten zuerst ausscheiden, und wie darauf der minder strengflüssige Augit und zuletzt die Grundmasse erstarrt. Eine solche Ausscheidung des Leucit ist auch in den im Krater erstarrenden Lavamassen zu denken, und da diese, von erhitzten Wänden und von heifsen Dämpfen umgeben, sehr langsam erstarren: so würden hier die günstigsten Bedingungen für die Bildung gröfserer Leucitkrystalle gegeben sein.

[1]) Eichwald. Nouveaux Mém. de la soc. imp. des Natural. de *Moscou*. T. IX. p. 260.

Ein grofser Reichthum an Alkalien und Thonerde in Laven bedingt die Bildung von Leucit. In Augitlaven betragen die Alkalien 4,22 bis 4,92 % und das Kali ist nur ein kleiner Bruchtheil des Natron, während die Alkalien in den Laven des *Vesuv* von 10,43 bis zu 11,84 % steigen und das Kali darin ungefähr 1/3 ausmacht. Daher bildete sich aus jenen Laven der an Alkalien arme Labrador, und aus diesem der an Alkalien reichste Leucit. Da die übrigen Bestandtheile in den Augit- wie in den Leucitlaven in ziemlich übereinstimmenden Verhältnissen vorkommen: so bildete sich in beiden, neben den so sehr verschiedenen Feldspathen, dasselbe Mineral, nämlich Augit. Solche bedeutende Quantitäten Alkalien, wie in den Laven des *Vesuv*, finden sich überhaupt nur äufserst selten in Gebirgsgesteinen; daher gehören auch Leucitgesteine zu den Seltenheiten.

Das Aufsteigen und Ueberfliefsen des geschmolzenen Leucitgesteins mit seinen eingeschlossenen ungeschmolzenen Leucitkrystallen (S. 489) zeigt, dafs ebenso eine Lava mit eingeschlossenen Leuciten aus dem Krater des *Vesuv* aufsteigen, überfliefsen und auf geneigtem Boden fortfliefsen kann. Davon ausgehend, begreift man leicht die Gegenwart der Leucitkörner in den während Hoffmann's Anwesenheit auf dem *Vesuv* erstarrten Schlacken, so wie in den mit einer eisernen Zange flach gedrückten Lavastücken (S. 485). Die Glasfäden neben Leucitkörnern zeigen eine sehr schnelle Erstarrung an, während welcher letztere schwerlich aus geschmolzener Leucitmasse hätten krystallisiren können.

Die meisten der im Vorhergehenden mitgetheilten Thatsachen sprechen offenbar mehr für die Bildung der Leucite auf nassem als auf feurigem Wege. Erwägen wir indefs, dafs in unsern chemischen Laboratorien viele Verbindungen sowohl auf nassem als auf trocknem Wege zu Stande gebracht werden können: so steht der Annahme nichts entgegen, dafs dies auch im Mineralreiche und namentlich beim Leucit der Fall sein werde. Sind wir genöthigt, die Präexistenz der vom *Vesuv* ausgeworfenen Leucite anzunehmen: so bleibt doch noch die Frage übrig, wie sie in seinem Krater entstanden sein mögen. Die

Thätigkeit des *Vesuv* setzt oft lange aus; während der Zeit der Ruhe verändert sich der Krater mannichfaltig: Spalten, durch welche in früheren Zeiten Lava aufstieg, werden durch die zuletzt aufgestiegene verstopft, neue Kanäle öffnen sich. Während der sehr langsamen Erstarrung solcher, von stark erhitzten Wänden eingeschlossenen Ausfüllungsmassen, sind die Bedingungen zu krsytallinischen Bildungen aus geschmolzener Lava in weit höherem Grade als in den am äufseren Abhange herabgeflossenen, viel schneller erstarrenden Lavaströmen gegeben. Bleiben solche ausgefüllte Kanäle Jahrhunderte lang verschlossen: so können die Dampfentwicklungen aus anderen Spalten und die eindringenden Meteorwasser nicht minder krystallinische Bildungen herbeiführen. Geschieht es, dafs im verstopften Kanal neue Lava aufsteigt, und dadurch die erkaltete wieder so weit erhitzt wird, dafs ihre Grundmasse schmilzt oder erweicht wird; dringen dann die stark comprimirten und erhitzten Wasserdämpfe durch die erweichte Masse: so begreift man das Herausschleudern ungeschmolzener Krystalle mit anhängender flüssiger Lava aus dem Krater. Letztere erstarrte während des schnellen Fluges durch die Luft zu blasigen Schlacken, welche theils an den Leuciten hängen blieben, theils davon abgesondert niederfielen. Da die vom *Vesuv* ausgeworfenen Leucitkrystalle IX und X schon etwas von ihren Basen verloren hatten: so spricht dies entschieden dafür, dafs sie im Krater während langer Zeiträume präexistirt haben und daselbst etwas zersetzt worden sein müssen. Wahrscheinlich befanden sie sich in früher erstarrter Lava, zu welcher Gewässer oder Wasserdämpfe Zutritt hatten, wodurch sie verändert wurden. Einen schärferen Beweis für ihre lange Präexistenz kann man nicht finden.

Der Ansicht Monticelli's und Covelli's, dafs der die Leucite überziehende glänzende Firnifs von ihrer oberflächlichen Schmelzung herrühre, können wir nicht beitreten. Es war gewifs nur die anhängende geschmolzen gewesene Schlacke, welche bei rascher Erkaltung glasig wurde; denn in dem künstlich geschmolzenen Leucitgesteine zeigten sich dieselben Ueberzüge, sogar mit

derselben Farbe auf den Leucitkrystallen, und selbst auf denen, welche ganz unverändert erschienen.

Ist die Existenz der Leucite in der im Krater des *Vesuv* erstarrten Lava unzweifelhaft: so gilt dasselbe von den Augitkrystallen, welche gleichzeitig mit den Leuciten ausgeworfen wurden. Diesem gemäfs kann die auf die Lava eingewirkte Hitze nicht bis zu dem Grade gestiegen sein, dafs die Augitkrystalle, sondern nur die leichtflüssigere Grundmasse zum Schmelzen kamen, und dafs daher die Augit- wie die Leucitkrystalle mit der geschmolzenen Grundmasse ausgeworfen wurden. Der vulkanische Sand, wie namentlich auf *Stromboli*, ist wahrscheinlich aus dieser geschmolzenen und in der Luft rasch erstarrten und gekörnten Grundmasse entstanden. Man kann sich aber auch vorstellen, dafs die erstarrten Laven durch die Wirkung stark erhitzter Dämpfe zerfallen, ohne dafs es zum Schmelzen kommt und dafs daher die Grundmasse in Partikelchen zertheilt, zugleich mit Augit- und Leucitkrystallen im festen Zustande ausgeworfen wird. Nach Pilla sind die Augitkrystalle von der Eruption vom 22. April 1845 mehr oder weniger angegriffen; manche schwärzlichbraun, andere röthlichbraun oder gelblichweifs. Diese Farben, welche eine höhere Oxydation des Eisenoxydul anzeigen, können die Folge einer Einwirkung der Wasserdämpfe sein, wenn atmosphärische Luft nicht gänzlich ausgeschlossen war.

Dafs Krystallisationen aus wässrigen Flüssigkeiten befördert und beschleunigt werden, wenn Krystalle identisch mit denjenigen, welche krystallisiren sollen, in die Flüssigkeiten gebracht werden, ist bekannt. Man könnte dies einer Molecularattraction zwischen gleichartigen Massen zuschreiben; aber auch andere, von den krystallisirenden ganz verschiedene feste Körper, Stäbe und Rechen von Holz, Fäden u. s. w., in eine dem Krystallisiren nahe Flüssigkeit gebracht, befördern und beschleunigen die Krystallisation.

Lassen wir uns von diesen Analogien leiten: so ist zu begreifen, wie die in Leucitkrystallen eingeschlossenen Lavabrocken, Augitbruchstücke und Augitkrystalle gleichfalls als Kerne dienen konnten, aber nicht bei einer Kry-

stallisation auf feuerflüssigem Wege; denn da der Leucit bei weitem strengflüssiger ist als seine Einschlüsse: so konnten diese nicht im festen Zustande vorhanden gewesen sein; flüssige Substanzen können aber nicht als Kerne für die Bildung von Krystallen gedacht werden. Es können daher nur erstarrte Massen diese Rolle gespielt haben, in welchem Falle die Krystallisation auf nassem Wege von Statten gegangen sein würde. Dann konnten sogar die Leucite, welche in der flüssigen Lava existirt hatten, selbst wenn sie nur kleine Körnchen waren, die Kerne für die auf diesem Wege fortschreitende Krystallisation bilden, ganz analog dem vorhin erwähnten Vorgange bei künstlichen Krystallisationen.

Krystallisationen im festen Gesteine, in welches nichts von aufsen hinzugeführt und aus welchem nichts fortgeführt wird, sind nichts anderes als Dislocationen der in der ganzen Masse zerstreuten ungleichartigen Bestandtheile. Wir finden im festen Mergel, in Thonlagern, im derben Gyps, im Kalkstein u. s. w. Gypskrystalle oft von seltener Gröfse; diese haben sich daher bei ihrer Bildung auf nassem Wege Platz verschafft und Dislocationen in den Bestandtheilen der Gesteine, in denen sie sich finden, veranlafst. So wie in diesen Gesteinen Gypstheile vorhanden waren, welche, von den Gewässern zusammengeführt, grofse Gypskrystalle bildeten: so bildeten sich auch die grofsen Leucitkrystalle aus leucitischen Theilen in dem Gesteine zu *Roccamonfina*.

Feldspath in Formen von Leucit. Scacchi fand Leucitkrystalle, welche im Innern aus kleinen, deutlich ausgebildeten, wasserklaren Krystallen von Ryakolith bestanden. Silliman führt diese Erscheinung gleichfalls an und Blum[1]) nahm sie in mehreren alten Leucitlaven wahr. Die veränderten Leucitkrystalle bestehen aus einem körnigen Aggregat und enthalten Höhlungen, in denen er jedoch keine Krystalle beobachten konnte; einzelne Körnchen zeigten dagegen oft sehr glatte und glänzende Spaltungsflächen. Blum hält es jedoch für wahrscheinlicher, dafs das Umwandlungsproduct glasiger Feldspath,

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 23.

als dafs es Ryakolith sei. Subtrahirt man von der theoretischen Zusammensetzung des Leucit die des glasigen Feldspath:

	Leucit.		Feldspath.		
Kieselsäure	8 At.	—	8 At.	=	0
Thonerde	3 „	—	2 „	=	1 At.
Alkalien	3 „	—	2 „	=	1 „

so ergibt sich, dafs die Umwandlung durch Ausscheidung eines alkalischen Aluminat erfolgen konnte. Die Abnahme des Gewichts beträgt hierbei 14,81 und die des Volumen 16,94 %, und hieraus erklären sich die Höhlungen in der Pseudomorphose. Nach Kap. I. No. 39 kann eine solche Ausscheidung eines alkalischen Aluminat wirklich stattfinden.

Die Abnahme der Thonerde und Alkalien in der Leucitkruste XI, im Verhältnisse zu den unveränderten Leuciten XI b und XI c läfst schliefsen, dafs hier wirklich etwas alkalische Aluminate ausgeschieden wurden.

Denkt man sich diese Veränderung weiter fortschreitend: so nähert man sich immer mehr der Zusammensetzung des glasigen Feldspath. Es zeigt sich jedoch der Unterschied, dafs hier die Veränderung aufsen begann, während sie in dem von Scacchi angeführten Falle im Innern Statt fand. Sollte in anderen Leucitkrystallen von *Roccamonfina* die Veränderung dieselbe Richtung genommen haben und zur Vollendung gekommen sein: so würden die Umwandlungsproducte unter der äufsern Kruste zu finden sein.

Vorstehende Pseudomorphosen sind von grofsem Interesse, nicht blos weil sie eine Umwandlung eines Feldspath in einen anderen, sondern auch weil sie nachweisen, dafs in Laven, wie in anderen Gesteinen, die Umwandlungsprocesse nie ruhen, und dafs früher gebildete Leucite unter gewissen Umständen das Material für andere Verbindungen liefern. Ob die glasigen Feldspathe, welche sich neben Leucit in Vesuvlaven finden, gleichfalls solche Umwandlungsproducte oder directe krystallinische Ausscheidungen sind, bedarf einer näheren Untersuchung. Unzweifelhaft ist es indefs, dafs ebenso wie aus einem krystallisirten kieselsauren Thonerdealkali, aus Leucit, so

auch aus einer amorphen leucitischen Grundmasse durch theilweise Ausscheidung des alkalischen Silicat glasiger Feldspath gebildet werden kann.

Durch eine neuere Analyse von Rammelsberg[1]) ist dieser Gegenstand näher aufgeklärt worden. Er extrahirte aus einem gröfsern von Scacchi erhaltenen Krystalle vermittelst Salzsäure 40,83 % und unterwarf diesen Theil und den Rest gesonderten Analysen. Die Zusammensetzung der Substanz des Krystalls als Ganzes berechnet ist:

Kieselsäure . . .	57,37
Thonerde	24,25
Kalkerde	1,28
Talkerde	0,27
Natron	5,72
Kali	11,09
	99,98
Sauerstoffquotient .	0,506

Diese Zusammensetzung der Masse könnte sie als einen Leucit betrachten lassen, welcher auf 2 At. Natron 3 At. Kali enthält. Die nur theilweise Zersetzbarkeit durch Salzsäure beweist aber das Gemengtsein der Masse und G. Rose fand auch bei der mineralogischen Untersuchung derselben bestätigt, was Rammelsberg aus der chemischen Zusammensetzung der durch Salzsäure trennbaren Gemengtheile gefolgert, dafs diese veränderte Leucitmasse im Wesentlichen aus Nephelin und glasigem Feldspath besteht.

Kaolin in Formen von Leucit. Die Veränderung beginnt an der Oberfläche und schreitet nach innen fort, die Krystalle werden zuerst matt, undurchsichtig und überziehen sich mit einer weifsen feinerdigen Rinde. Die Krystalle bewahren ihre Form bis zur vollendeten Zersetzung; sie zerfallen aber gern bei der leichtesten Berührung[2]). Bei dieser Verwitterung kommen concentrische Lagen der Leucitkrystalle zum Vorschein. Sondert man das weifse, undurchsichtige Erdmehl ab: so

[1]) A. a. O. S. 153 ff.

[2]) Blum die Pseudomorphosen. S. 89.

bleibt ein durchsichtiger, glänzender Kern zurück, der genau die Gestalt des Ganzen hat. Die Leucite bei *Frascati*, *Albano* und *Rom* zeigen die Verwitterung in verschiedenen Stufen; am *Vesuv* kommen dieselben nach Sillem vor.

Die oben S. 481 unter No. XIX mitgetheilte Analyse eines in kaolinartige Masse umgewandelten Leucitkrystalls aus der *Roccamonfina* von Rammelsberg liefert den Sauerstoffquotienten 0,473, und zeigt demnach dafs Basen fortgeführt worden sind. Aus der Vergleichung von XIX mit der Zusammensetzung des chemisch unveränderten Leucit leitet Rammelsberg ab, dafs bei dieser Art der Veränderung, wo vielleicht natronhaltige Gewässer thätig waren, Kali durch Natron, jedoch bei weitem nicht durch sein Aequivalent an letzterem, ersetzt wurde, und dafs bei Gleichbleiben des Thonerdegehalts auch Kieselsäure fortgeführt wurde. Er erkennt übrigens die Masse als ein Gemenge an. Nach Kap. I. No. 9 könnten es chlornatriumhaltige Gewässer gewesen sein.

Analcim in Formen von Leucit. Der Leucit vom *Eichberg* bei *Rothweil* im *Kaiserstuhlgebirge*, dessen Vorkommen an diesem Orte schon lange bekannt ist, wurde in neuerer Zeit von C. Stamm[1]) (I) und J. Schill[2]) (II) analysirt:

	I.	II.
Kieselsäure . .	54,023	55,01
Thonerde . . .	22,545	24,71
Eisenoxyd . .	1,347	—
Magnesia . . .	0,567	—
Kalk	2,906	5,61
Kali	0,711	13,60
Natron	10,135	—
Wasser	8,932	—
Phosphorsäure .	Spur	—
	101,166	98,93
Sauerstoffquotient	0,521	0,541

Schill bemerkt, dafs dieser Leucit von Salzsäure nicht gänzlich zersetzt wird.

1) Centralbl. 1856. S. 925.

2) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 560.

Stamm schliefst aus seiner Analyse, dafs das Mineral nicht Leucit, sondern Analcim sei, welcher Ansicht F. Sandberger beitrat. Und beide halten dasselbe für eine ursprüngliche Bildung. G. Rose[1]) und Blum[2]) betrachten jedoch diese Krystalle vom *Eichberg* als zersetzte Leucitkrystalle und vergleichen sie mit den oben angeführten, von Rammelsberg untersuchten, Leuciten von der *Roccamonfina*, die in eine kaolinartige Masse umgewandelt sind. Blum spricht sich dahin aus, dafs sowohl jene Krystalle des *Eichberges*, wie diese der *Roccamonfina* als Umwandlungspseudomorphosen des Analcim nach Leucit zu betrachten seien.

Folgen wir der Ansicht von Blum: so liegt hier eine Umwandlung eines wasserfreien Minerals in ein wasserhaltiges vor, während sich umgekehrt der wasserhaltige Analcim in wasserfreien Feldspath nach S. 367 um wandeln kann.

Von einer Umwandlung des Leucit in Oligoklas war schon oben (S. 449) die Rede.

M. Nephelin und Eläolith.

Diese Mineralien werden von Säuren vollkommen zersetzt, wobei sich die Kieselsäure gallertartig ausscheidet.

Vorkommen des Nephelin. Im Nephelinfels bei *Löbau* in der *Ober-Lausitz* bei *Meiches* im *Vogelsgebirge*, *Schreckenstein* und *Vierzehngebirge* in *Böhmen*, im Dolerit am *Katzenbuckel* im *Odenwald*, bei *Tentelburg* in *Westphalen*, *Tichlowitz* in *Böhmen*, *Baigory* in den *Pyrenäen*, im Trachyt bei *Costebelle* in *Frankreich*, am *Herchenberg* bei *Burgbrohl*, in alten Laven zu *Aich* und *Niedermendig* u. s. w. an mehreren Orten im *Kirchenstaat* (*Capo di bove*) und im *Val di Noto* in *Sicilien*, ebenso auch in den Laven des *Vesuv* (Rammelsberg), in Drusenräumen von Dolomit am *Monte Somma*. Der Eläolith findet sich im *Zirkon-Syenit* an mehreren Orten in *Norwegen*, im Miascit des *Ilmengebirges*, auf Erzlagerstätten bei *Degeröe* in *Finnland*. Auch bei *Lichtfield* im *Staate Maine* und an den *Ozarkbergen* in *Arkansas* kommt er vor.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. CIII. S. 521 ff.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1858. S. 291 ff.

Zusammensetzung. Die Nepheline und Eläolithe, von denen schon S. 373 mehrere Analysen angeführt wurden, zeichnen sich durch eine sehr gleichförmige Zusammensetzung aus; auch ihre Sauerstoffquotienten weichen nur wenig von einander ab, wie das folgende zeigt.

	S.-Q.
I. Nephelin vom *Monte Somma*. Arfwedson . .	0,915
II. Desgleichen. Th. Scheerer	0,919
III. Desgleichen. Derselbe	0,899
IV. Desgleichen. Derselbe	0,937
Zu dieser Analyse wurde der reinste Nephelin genommen, welcher gänzlich von Salzsäure zersetzt wurde, während II und III 3 bis 5 % unzersetzbare Beimengungen enthielten. Der Sauerstoffquotient in IV ist daher der genaueste.	
V. Weifser Nephelin vom *Katzenbuckel*. L. Gmelin	0,931
VI. Desgleichen. Scheerer	0,909
VII. Weifser Eläolith, sehr reiner, von *Miask*. Bromeis	0,944
VIII. Desgleichen. Derselbe	0,980
IX. Desgleichen. Francis	0,912
X. Desgleichen. Scheerer	0,904
XI. Grüner Eläolith von *Fredriksvärn* in *Norwegen*. C. Gmelin	0,949
XII. Desgleichen. Scheerer	0,870
XIII. Desgleichen. Derselbe	0,875
XIV. Brauner Eläolith von *Fredriksvärn*. Francis	0,875
XV. Desgleichen. Scheerer	0,859
XVI. Schmutzig bräunlicher, amorpher Eläolith von unebenem Bruch, von *Brevig* in *Norwegen*. Scheerer	0,873

I. Schweigger's Journ. Bd. XXXIV. S. 207.

II—IV. Poggendorff's Ann. Bd. XLIX. S. 364.

V. L. Gmelin und Leonhard Nephelin im Dolerit vom *Katzenbuckel*. 1822.

VI. A. a. O. S. 367.

VII und VIII. Poggendorff's Ann. Bd. XLVIII. S. 577.

IX und X. Ebend. Bd. XLIX. S. 363.

XI. Schweigger's Journ. Bd. XXXVI. S. 82.

XII und XIII. Ebend. S. 360.

XIV und XV. Ebend. S. 362.

S.-Q.

XVII. Desgleichen. Derselbe 0,880

XVIII. Weifser derber Nephelin aus dem Nephelindolerit des *Löbauer Berges*, welcher sich durch grofsen Kalkgehalt auszeichnet, nach Heidepriem 0,932

XIX. Grüner Eläolith aus der Graphitgrube *Mariinskaja* im *Transbaikalien* nach Pusirewsky . 0,883

XX. Grüner Eläolith aus einer Syenitporphyr-Ader mit Sodalith bei *Solem* im *Massachusetts* nach J. P. Kimboll 0,895

XXI. Durchsichtige, reine Nephelinkrystalle in einem Kalkstein der *Monte Somma* mit Sodalith und Vesuvian nach Rammelsberg 0,913

XXII. Derber fleischfarbiger Eläolith von *Magnet-Cove* im *Arkansas* nach J. S. Smith und G. J. Brush 0,879

In keiner dieser Analysen erreicht der Sauerstoffquotient den Werth = 1; am nächsten kommt diesem VIII. Es ist möglich, dafs der Sauerstoffquotient im völlig unveränderten Nephelin und Eläolith = 1 ist, wie ihn einige Chemiker in den von ihnen aufgestellten Formeln annehmen. So viel ist gewifs, dafs diejenigen Eläolithe, in denen der Sauerstoffquotient unter 0,9 fällt, schon mehr oder weniger verändert worden sind.

Vergleicht man die beiden folgenden Analysen, wovon die erste den höchsten, die zweite den niedrigsten Sauerstoffquotienten gegeben hat, miteinander: so ersieht man, dafs die bedeutende Differenz zwischen beiden Quotienten nicht von einem abweichenden Gehalte der starken Basen herrührt; denn die Alkalien betragen in beiden Eläolithen sehr nahe gleich viel, sie können daher überhaupt nur wenig Theil an den Veränderungen der Eläolithe genommen haben. Die schwankende Zusammensetzung ist in den schwankenden Mengenverhältnissen der

XVI und XVII. Ebend. S. 359 und Bd. XLVI. S. 291.
XVIII. Jahresber. 1850. S. 717.
XIX. Ebend. 1859. S. 783.
XX. Ebend. 1860. S. 762.
XXI. Ebend. 1860. S. 762.
XXII. Ebend. 1853. S. 800.

Kieselsäure und der Thonerde begründet. Durch welche Processe diese Schwankungen herbeigeführt werden, das mufs noch in Frage gestellt bleiben.

Kieselsäure . . .	42,42	45,31
Thonerde . . .	34,06	32,63
Eisenoxyd . . .	Spur	0,45
Kalkerde . . .	0,33	0,33
Magnesia . . .	0,61	—
Kali	6,43	5,45
Natron	15,13	15,95
Wasser	0,92	0,60
Summa	99,90	100,72
Sauerstoffquotient	0,980	0,870

Diese Eläolithe, namentlich XV und XVI, enthielten auch die gröfsten Mengen Wassers, 2,05 bis 2,1 %, während die übrigen theils wasserfrei (VII, IX und XIV) waren, theils weniger als 1 % und nur V 1,39 % Wasser enthielten.

Die gröfsten Sauerstoffquotienten zeigen die Nepheline vom *Monte Somma*, so wie die weifsen Nepheline vom *Katzenbuckel* und die weifsen Eläolithe von *Miask*, die geringsten dagegen die grünen und braunen Eläolithe. XI macht zwar eine Ausnahme; allein die Uebereinstimmung der beiden Analysen XII und XIII läfst auf eine Ungenauigkeit in der Analyse XI schliefsen. Es scheint daher mit Verlust der weifsen Farbe die theilweise Veränderung zu beginnen [1]). Eine genaue Bestimmung der Härte der verschiedenen Varietäten ist zu wünschen, um zu sehen, ob vielleicht auch sie mit eintretender Färbung abnimmt.

Die Nepheline vom *Monte Somma* und vom *Katzenbuckel* enthalten die gröfste Menge Kalk, 0,84 bis 2,01 %, die Eläolithe 0,2 bis 0,81 %. Diese Base hat daher nur einen geringen Einflufs auf die Sauerstoffquotienten und erniedrigt dieselben nur unmerklich, wenn sie durch Gewässer theilweise fortgeführt wird.

[1]) Nach Scheerer behält die aus den grünen und braunen Eläolithen abgeschiedene Kieselsäure diese Farben, welche nur durch Salpetersäure oder durch Glühen zerstört werden. Sie scheint daher von organischen Substanzen herzurühren, welche durch die Gewässer eingeführt worden sind. Auch dieser Umstand zeigt die schon eingetretene Zersetzung.

Bromeis fand in Nephelinen und Eläolithen geringe Mengen Salzsäure; Scheerer aufserdem auch Schwefelsäure. Der Nephelin vom *Monte Somma* enthielt die gröfsten Mengen Salzsäure (0,22 %) und Schwefelsäure (0,1).

Von einer Umwandlung des Leucit in Nephelin war in diesem Kap. S. 499 die Rede.

Umwandlung des Nephelin in Natrolith (Spreustein) siehe S. 373.

Umwandlung des Gisekit in Glimmer. Blum[1]) zeigte, dafs der Gisekit, welcher zu *Igalikko-Fjord* in *Grönland* in Porphyrgeschieben (Hornstein und Thonporphyr nach Stromeyer) vorkommt, ein in Umwandlung in Glimmer begriffenes Mineral ist, welches den vorangegangenen pinitartigen Zustand, wie es scheint, am häufigsten wahrnehmen läfst.

	I.	II.	IIa.	III.	IIIa.	IV.
Kieselsäure .	46,08	48,0	46,40	44,19	44,76	44,45
Thonerde . .	33,83	32,5	26,60	36,77	36,34	38,75
Eisenoxyd . .	3,36	4,0	6,30	1,71	1,83	2,26
Manganoxyd .	1,16	—	Spur	—	—	—
Kalkerde . .	—	—	—	—	—	1,58
Magnesia . .	1,20	1,5	8,35	1,39	1,27	Spur
Kali	6,20	6,5	4,84	9,79	10,00	6,45
Natron . . .	—	—	—	1,00	0,84	2,79
Glühverlust .	4,89	5,5	6,76	5,15	4,96	4,75
	96,72	98,0	99,25	100,00	100,00	101,03
Sauerstoffquot.	0,766	0,682	0,746	0,879	0,859	0,912

I. Gisekit nach Stromeyer[2]), welcher indefs diese Zusammensetzung nur für eine sehr unvollkommene hält, indem es ihm nicht gelang, den sehr fein eingesprengten Feldspath und das Muttergestein gänzlich davon zu trennen.

II. Gisekit nach Pfaff[3]).

IIa. Sehr reiner Gisekit soll nach C. v. Hauer aus Cordierit entstanden sein[4]).

III und IIIa. Liebenerit aus dem Feldspathporphyr vom *Monte Viesena* in *Tyrol*, nach Marignac[5]). Hai-

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 131.
[2]) Gilbert's Ann. Bd. LXIII. S. 372.
[3]) Schweigger's Journ. Bd. XLV. S. 103.
[4]) Jahresber. 1854. S. 872.
[5]) Archives des sciences physiques et naturelles. T. VI. p. 293.

dinger[1]) und Breithaupt[2]) halten dieses Mineral für eine Pseudomorphose nach Nephelin, Marignac reiht ihn dem Pinit an, nach Kenngott ist dieses Mineral, welches er in ausgezeichnet deutlichen Krystallen zu untersuchen Gelegenheit hatte, eine Pseudomorphose, nicht aber nach Cordierit oder Nephelin, sondern mit dem ihm nahe stehenden Gisekit, nach einem bis jetzt noch nicht unverändert aufgefundenem Mineral[3]).

IV. Liebenerit von demselben Vorkommen nach C. v. Hauer. Diese Analyse weicht von den beiden vorhergehenden hinsichtlich der Alkalien bedeutend ab. Wahrscheinlich hatte Marignac sie zu hoch bestimmt[4]).

Die Vergleichung von I, II und Ia mit den Analysen des Eläolith I, II und III (S. 373) zeigt, dafs bei dieser Umwandlung Natron und Kalkerde ausgeschieden und dagegen Wasser, Eisenoxyd und Magnesia aufgenommen wurden. Die Zusammensetzung des Gisekit kommt der der Kaliglimmer mit geringem Eisengehalte sehr nahe; nur dafs diese etwas mehr Kali enthalten. Der bedeutende Verlust in vorstehenden Analysen könnte indefs von einer mangelhaften Bestimmung des Kali herrühren. Die chemischen Analysen des Gisekit bestätigen jedoch, so unvollkommen sie auch sein mögen, die von Blum nachgewiesene Pseudomorphose ganz genügend.

Die Aehnlichkeit zwischen der Zusammensetzung des Gisekit und des Liebenerit ist unverkennbar: die Summen der Thonerde und des Eisenoxyd stimmen überein, der Kaligehalt in letzteren ist dagegen gröfser als in ersteren. Diese Verschiedenheit möchte indefs gleichfalls von der mangelhaften Bestimmung des Kali im Gisekit herrühren. Die Umwandlung des Nephelin in Liebenerit läfst sich übrigens nicht aus einer blofsen Ausscheidung des Natron erklären, sondern es mufs ein Theil desselben durch Kali verdrängt worden sein. Dafs Gewässer, welche kohlensaures Kali enthielten, einen partiellen Austausch be-

1) Uebersicht der mineral. Forschungen. 1843. S. 36.

2) Handbuch der Mineralogie. Bd. III. S. 475.

3) Jahresber. 1853. S. 857.

4) Jahresber. 1853. S. 857.

wirkt haben (Kap. I No. 38), ist um so wahrscheinlicher, da der Liebenerit neben Feldspathkrystallen vorkommt, deren dunkelfleischrothe Farbe auf einen schon sehr zersetzten Zustand, mithin auf die Bildung von kohlensaurem Kali schliefsen läfst. Die Entwicklung von etwas Kohlensäure bei Behandlung des Liebenerit mit Salzsäure zeigt, dafs der, wenn auch nur in geringen, doch nie fehlenden Mengen im Nephelin enthaltene Kalk bei der Umwandlung als Carbonat ausgeschieden wurde [1]). Da der Davyn vom *Vesuv*, theils in Lava, theils in Drusenräumen der Auswürflinge des *Monte Somma*, nach Mitscherlich, dieselben Bestandtheile wie der Nephelin, aufserdem nur noch etwas Chlor und Kalk, jedoch kein Wasser enthalten soll, und da er in seinen Krystallverhältnissen, nach G. Rose, gleichfalls mit dem Nephelin übereinstimmt, aber mit Säuren braust: so scheint er ein in Zersetzung begriffener Nephelin zu sein.

G. J. Brush [2]) analysirte grofse erbsengrüne Krystalle von *Diano Lewis-County, New-York*, welche in körnigem Kalkstein mit Augit und Magnetkies vorkommen.

	A.	B.	C.
Kieselsäure . .	45,55	45,75	45,70
Thonerde . . .	31,62	31,25	31,65
Eisenoxydul . .	0,88	1,05	1,10
Kalkerde . . .	2,42	1,96	2,21
Magnesia . . .	3,38	3,59	3,46
Natron	1,06	0,67	0,90
Kali	8,11	8,47	8,06
Wasser	7,32	6,58	7,01
Kohlensaurer Kalk	0,42	0,56	—
	100,76	99,88	100,09
Sauerstoffquotient	0,789	0,776	0,785

A. Ein nicht spaltbarer Krystall.

B. Ein deutlich spaltbarer Krystall.

C. Ein Gemeng aus spaltbarer und nicht spaltbarer Masse.

[1]) Der Liebenerit wurde von Salzsäure nur unvollständig zersetzt, und nach v. Kobell wird auch der Gisekit von Säuren wenig angegriffen, während Nephelin und Eläolith von Säuren vollkommen zersetzt werden.

[2]) Jahresber. 1858. S. 741.

Einige Krystalle zeigen deutliche Spaltbarkeit parallel den Flächen des hexagonalen Prismas, andere, deren Bruch wachsartig ist, nicht. Auch die Winkel der Flächen zeigen beträchtliche Schwankungen. Brush schliefst hieraus, dafs die Krystalle Pseudomorphosen sind, und aus der Krystallform und dem Habitus derselben, dafs sie wahrscheinlich umgewandelter Nephelin sind [1]).

Bei der Umwandlung des Nephelin in Gisekit mag, wenn unsere Vermuthung, dafs das Kali in letzterem zu gering bestimmt worden sei, gegründet ist, gleichfalls ein Theil des Natron im Nephelin durch Kali verdrängt worden sein. An kohlensaurem Kali fehlt es auch hier nicht, denn der Gisekit enthielt sehr fein eingesprengten Feldspath. Nach dem Vorstehenden werden wohl die Namen Gisekit und Liebenerit aus der Mineralogie zu verdrängen sein.

Dafs der Sodalit als eine Verbindung des Nephelin mit Chlornatrium und der Nosean und Hauyn als Verbindungen theils mit schwefelsaurem Natron, theils mit schwefelsaurem Kalk zu betrachten sind, wurde schon S. 361 bemerkt.

Zersetzung. Die oben angeführten Analysen, namentlich XII bis XVII, zeigen schon etwas zersetzte Eläolithe an. Nach Blum's Mittheilung finden sich in den Poren und Drusenräumen der glimmerreichen, schlackigen, augitischen Gesteine, welche am *Laacher-See* und an dessen Ufer vorkommen, weifse Ueberzüge, die zersetzte Nepheline sind.

Fassen wir alles zusammen, was von den Umwandlungsprocessen des Nephelin und Eläolith bekannt ist: so scheinen sie drei Richtungen zu nehmen.

1) Umwandlung in Natrolith (S. 373), wobei Kali ausgeschieden wird und Natron zurückbleibt, oder doch nur eine geringe Menge davon fortgeht. Chlornatrium haltende Gewässer bewirken nach Kap. I No. 9 eine Umwandlung des Kalisilicat in Natronsilicat.

2) Umwandlung in Gisekit, wobei Natron durch

[1]) Man sieht, alle genannten Mineralogen halten den Gisekit und den Liebenerit für Pseudomorphosen; aber nach welchem Mineral, darüber sind sie nicht einig.

Kali verdrängt, von jenem aber mehr fortgeführt wird als von diesem an die Stelle des Natron tritt.

Im Gisekit I und II findet sich gar kein Natron mehr, in den übrigen höchstens nur 1 %. Die Aufnahme der Magnesia läfst sich nach Kap. I No. 46 aus der Zersetzung eines Antheils Natronsilicat durch Gewässer, welche Magnesiabicarbonat enthielten, und wodurch Natroncarbonat und Magnesiasilicat gebildet wurden, wovon jenes die Gewässer fortführten, erklären. Die Aufnahme von Eisenoxydul läfst sich nach Kap. I No. 47 aus der Zersetzung eines andern Antheils Natronsilicat durch Eisenoxydulbicarbonat in denselben Gewässern, wodurch gleichfalls Natroncarbonat und Eisenoxydulsilicat gebildet wurden, erklären.

In den Analysen A, B und C tritt Kalksilicat neben Magnesiasilicat und Eisenoxydulsilicat auf. Es ist denkbar, dafs nach Kap. I No. 43 ein Theil des Thonerdesilicat in Kalksilicat umgewandelt wurde, da sich bei Vergleichung der Zusammensetzung des Eläolith mit der des Gisekit eine Abnahme der Thonerde zeigt.

3) Umwandlung in Glimmer. Diese Umwandlung nimmt dieselbe Richtung, wie die des Eläolith in Gisekit. Die Gisekite A, B und C können nur dann in Glimmer umgewandelt werden, wenn das aufgenommene Kalksilicat wieder zersetzt wird.

Wir beschliefsen dieses Kapitel mit nachstehender Uebersicht der chemischen Constitution der im vorhergehenden abgehandelten Feldspathe:

Sauerstoffverhältnifs:

	Alkalien. Kalkerde.	Thonerde.	Kieselsäure.	Sauerstoffquot.
Petalit	—	—	—	0,250
Orthoklas . . .	1	3	12	0,333
Adular	1	3	12	0,333
Glasiger Feldspath	1	3	12	0,333
Albit	1	3	12	0,333
Oligoklas	1	3	9	0,444
Spodumen . . .	—	—	—	0,500
Leucit	1	3	8	0,500
Labrador	1	3	6	0,667
Anorthit	1	3	4	1,000
Nephelin	—	—	—	1,000

Die Sauerstoffquotienten der zum Feldspathgeschlechte gehörigen Mineralien fallen also zwischen 0,25 und 1,00. Wir finden demnach in diesem Geschlechte Monosilicate (Anorthit und Nephelin); Sesquisilicate (Labrador und Rhyakolith) Bisilicate (Leucit und Spodumen); alle übrigen sind Supersilicate.

Zusatz zu S. 439. Gustav Rose bemerkt[1]), dafs der von ihm analysirte Ryakolith vom *Vesuv* mit Nephelin, der am *Vesuv* so häufig mit dem glasigen Feldspath vorkommt, gemengt gewesen zu sein scheine, wodurch dann seine Analyse, welche er vorläufig zurücknehme, unrichtig geworden sei.

Zusatz zu S. 487. Als dieser Bogen schon gedruckt war, erhielt ich von G. vom Rath die gefällige Mittheilung, dafs die augitähnlichen Einschlüsse im *Riedener* Leucitporphyr Nosean[2]) seien, welcher in wesentlicher und kaum geringerer Menge in demselben vorhanden ist als der Leucit. Augit fehlt zwar nicht ganz, ist aber ein seltener, untergeordneter Gemengtheil. Der Nosean ist als das natronreichste Silicat der Zersetzung sehr unterworfen, dieselbe beginnt bald an der Peripherie, bald im Innern. In letzterem Fall bildet sich im Innern des Minerals ein weifser Kern. Diesen eingemengten Nosean schreibt er dem nicht unbeträchtlichen Natrongehalt in den Analysen der *Riedener* Leucite zu (S. 478 VII und VIII. S. 487). In Betreff der oben (488) erwähnten Schmelzbarkeit ist zu bemerken, dafs der Nosean noch leicht flüssiger als der Augit ist.

[1]) Das krystallochem. Mineralsystem. S. 88.

[2]) Auch Blum führt den Nosean als Gemengtheil des *Riedener* Gestein an. Dessen Oryktognosie. III. Aufl. S. 293.

Kapitel XXVIII.

Andalusit, Chiastolith und Cyanit.

Diese Mineralien sind wesentlich wasserfreie Thonerdesilicate. Sie werden weder vor noch nach dem Glühen von Säuren merklich angegriffen.

Der Cyanit kommt in Glimmerschiefer, Talkschiefer, Granit, Granulit, Eklogit und auf Quarzgängen im Thonschiefer vor. Letzteres Vorkommen so wie seine pseudomorphose Bildung aus Andalusit bezeugen die gleiche Bildung auf nassem Wege.

Der Andalusit findet sich am häufigsten im Glimmerschiefer und im Gneifse; seltener im Granit, Serpentin, Quarzfels. Theils kommt er krystallisirt, theils derb mit körniger oder stängeliger Zusammensetzung vor.

Der Chiastolith findet sich bei weitem am häufigsten im Thonschiefer; seltener im Glimmerschiefer, jedoch in sehr grofser Menge in *Algerien* [1]) in einem in Thonschiefer übergehenden Glimmerschiefer. Er erscheint immer krystallisirt, und die Krystalle haben das Eigenthümliche, in der Mitte eine rhombische Höhlung zu besitzen, deren Seiten parallel mit den Krystallseiten laufen und die mit der Masse des umgebenden Thonschiefergesteins ausgefüllt sind. Schwarze Zeichnungen im Chiastolith, welche bald aus einer kohligen Substanz, bald aus Thonschiefermasse, bald aus beiden zugleich zu bestehen scheinen, rühren vom Muttergesteine, vom Thonschiefer, her.

Das Vorkommen des Chiastolith im Thonschiefer, sogar mit Versteinerung (mit Trilobithen in demselben Stück), sein Gehalt an flüchtigen Stoffen bis zu 1 %, beseitigt jeden Zweifel an seiner Bildung auf nassem Wege aus den Thonerdesilicaten im Thonschiefer. Was aber vom Chiastolith gilt, hat auch Bezug auf den Andalusit; denn

[1]) Exploration scientifique de l'Algérie. Paris 1848. p. 58.

beide kommen im Thonschiefer und Glimmerschiefer unter gleichen Verhältnissen vor [1]).

Andalusit und Chiastolith sind identisch oder höchstens nur Varietäten [2]). Die früheren Analysen lieferten sehr abweichende Resultate, welches hauptsächlich davon herrührt, dafs der Andalusit häufig in Cyanit umgewandelt vorkommt. Die Andalusite mit dem gröfsten Kieselsäuregehalt waren am reinsten und die mit dem geringsten am unreinsten; letztere waren schon mehr oder weniger oder ganz in Cyanit umgewandelt. Die offenbar fehlerhaften Analysen schliefsen wir aus.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure . . .	40,17	39,09	39,99	39,24	36,67	37,63
Thonerde . . .	58,62	58,56	58,60	59,49	60,00	59,14
Eisenoxyd . . .	—	—	0,72	0,63	1,33	0,86
Manganoxyd . .	0,51	0,53	0,83	—	—	—
Kalkerde	0,28	0,21	—	0,51	0,93	2,01
Magnesia . . .	—	—	—	0,25	—	0,50
Flüchtige Substanz	—	0,99	—	—	—	—
	99,58	99,38	100,14	100,12	98,93	100,14
Sauerstoffquotient	1,321	1,355	1,346	1,383	1,505	1,456

I. Andalusit von *Lisens* in *Tyrol*. Bunsen.

II. Chiastolith von *Lancaster*. Derselbe.

III. Andalusit von *Lisens*. A. Erdmann.

IV. Innere Masse der Andalusitkrystalle aus dem *Langtauferer Thal* in *Tyrol*. Hubert.

V. Aeufsere Masse dieser Krystalle. Derselbe.

VI. Pseudomorphose von Cyanit in Formen von Andalusit von *Krumbach* in *Steyermark*. Derselbe.

Da der Cyanit so schwierig zersetzbar ist: so ist wohl anzunehmen, dafs mehrere, namentlich die älteren unter seinen Analysen zu unrichtigen Resultaten geführt und zu viel Kieselsäure geliefert haben. Dies ist besonders bei den Analysen von Klaproth und Vanuxem der Fall. Wir beschränken uns daher blos auf folgende Analysen:

[1]) Breithaupt Paragenesis. S. 36.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XLVII. S. 186.

I und II. A. a. O.

III. Jahresber. von Berzelius. Bd. XXIV. S. 311.

IV—VI. Jahrbücher der geolog. Reichsanstalt zu Wien. Jahrg. I. S. 350 und 358.

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XII a.
Kieselsäure	36,67	36,9	37,0	34,4	37,36	36,60	36,74
Thonerde .	63,11	64,7	62,5	61,86	62,09	62,66	59,65
Eisenoxyd .	1,19	—	—	0,52	0,71	0,84	2,80
Kalk . . .	—	—	—	—	—	—	0,49
	100,97	101,6	99,5	96,78	100,16	100,10	99,68
Sauerstoffquot.	1,566	1,496	1,518	1,626	1,505	1,552	1,510

VII. Cyanit von *St. Gotthardt*. Rosales.

VIII. Derselbe. Arfwedson. Eine andere Analyse gibt nur 34,33 % Kieselsäure und 1,698 für den Sauerstoffquotienten, der offenbar zu hoch ist.

IX. Cyanit von *Röraas* in *Norwegen*. Arfwedson. Eine andere Analyse gibt 36,4 % Kieselsäure und 1,575 für den Sauerstoffquotienten, der auch zu hoch ist, an.

X. Derselbe Cyanit, welcher 0,19 % Kupferoxyd enthält. A. Erdmann. Der bedeutende Verlust von 3,03 % läſst auf Fehler in der Analyse schlieſsen, wovon wahrscheinlich der hohe Sauerstoffquotient herrührt.

XI. Cyanit aus *Tyrol*. A. Erdmann.

XII. Cyanit vom *St. Gotthardt*. Marignac.

XIIa. In Cyanit umgewandelter Andalusit nach Roth.

	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Kieselsäure . . .	37,30	37,65	37,51	36,6
Thonerde	62,60	59,87	60,01	61,9
Eisenoxyd	1,08	1,87	1,49	Spur
Kalkerde	—	0,58	0,48	—
Magnesia	—	0,38	0,46	Spur
	100,98	100,35	99,95	98,5
Sauerstoffquotient .	1,525	1,474	1,477	1,519

XIII. Cyanit vom *Greiner* im *Zillerthal*. Jacobson.

XIV. Andalusit von *Fahlun*. L. Svanberg.

VII. Poggendorff's Ann. Bd. LVIII. S. 160.
VIII. Schweigger's Journ. Bd. XXXIV. S. 206.
IX. Ebend. S. 207.
X und XI. Berzelius Jahresber. Bd. XXIV. S. 311.
XII. Ann. de chim. et phys. T. XIV. p. 49.
XII a. Deutsch. geol. Ges. Bd. VII. Heft I. S. 15.
XIII. Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 416.
XIV. Berzelius Jahresber. Bd. XXIII. S. 279.

XV. Krystallisirter Andalusit von *Munzig* im *Triebischthal*. Kersten.

XVI. Chiastolith aus dem Glimmerschiefer bei *Bona* in *Algerien*. Renou.

	XVII.	XVIII.	XIX.
Kieselsäure . .	37,65	36,16	36,31
Thonerde . . .	62,41	63,52	62,42
Magnesia . . .	—	—	0,70
	100,06	99,68	99,43
Sauerstoffquotient	1,490	1,578	1,560

XVII. Sillimanit von *Chester*, *Connecticut*. B. Silliman.

XVIII. Bucholzit oder Fibrolit von *Brandywine Springs*. *Co*. Derselbe.

XIX. Fibrolit (Bournon) von *Karnatik* in *Ostindien*. Derselbe.

Das von Silliman d. j. als Monrolit bezeichnete Mineral, welches von Dana gleich dem Wörthit als eine Varietät des Cyanit aufgeführt wurde, ist nach Brush [1]) und Smith nichts anderes als Cyanit, welchem feine Quarzblättchen beigemengt sind.

Ein von Igelstroem [2]) analysirter blätteriger Cyanit gibt den Sauerstoffquotient 1,34, also genau den des Andalusit.

Es ist in der That sehr wünschenswerth, dafs eine genauere krystallographische Revision vorgenommen werden möge, um die vielen Widersprüche, welche bei den Cyaniten und Andalusiten obwalten, auszugleichen.

Aus I, II und III ergibt sich, dafs der Sauerstoffquotient der unveränderten Andalusite dem Werthe von 1,333 so nahe kommt, dafs man diesen wohl für den normalen halten kann. Der etwas höhere Sauerstoffquotient in IV zeigt, dafs selbst die innere Masse der aufsen völlig in Cyanit umgewandelten Andalusitkrystalle schon et-

XV. Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 162.
XVI. Exploration scientifique de l'Algérie. Paris 1848. p. 58.
XVII—XIX. Amer. Journ. Ser. II. T. VIII. p. 10.
[1]) Jahresber. 1853. S. 795.
[2]) Ebend. 1854. S. 819.

was von dieser Umwandlung ergriffen worden ist; denn der Sauerstoffquotient in V kommt mit dem normalen für den Cyanit überein. Die Pseudomorphose VI scheint, da der Sauerstoffquotient unter diesen normalen fällt, noch nicht vollendet gewesen zu sein.

Die Andalusite XIV und XV zeigen, wie manche für solche gehaltene fast ganz die Mischung der Cyanite haben können; denn ihr Sauerstoffquotient nähert sich sehr dem der Cyanite. Sie sind daher wahrscheinlich Pseudomorphosen in Formen von Andalusit. Interessant ist es zu sehen, dafs auch der Chiastolith einer Umwandlung in Cyanit fähig ist.

Der Sauerstoffquotient der Cyanite VIII, IX, XI, XII und XIII kommt dem von 1,5 so nahe, dafs man diesen für den normalen halten kann. Wahrscheinlich rühren die hohen Sauerstoffquotienten in VII und X von einer zu niedrigen Bestimmung der Kieselsäure her, indem die Thonerde etwas von ihr zurückgehalten hatte.

Der Sauerstoffquotient von XVII kommt dem normalen der Cyanite so nahe, dafs man den Sillimanit mit diesen für chemisch identisch halten kann. G. Rose[1]) bemerkt indefs, dafs Krystallform, Spaltbarkeit und specifisches Gewicht Cyanit und Sillimanit mineralogisch trennen.

Ob die höheren Sauerstoffquotienten in XVIII und XIX die vorhin angeführte Ursache haben, oder ob Bucholzit oder Fibrolit chemisch verschieden sind, lassen wir dahin gestellt; das erstere dürfte aber eine gröfsere Wahrscheinlichkeit als das letztere haben.

Neuere Analysen von Andalusiten geben folgende Sauerstoffquotienten:

Grüner *brasilianischer* Andalusit nach Damour[2]) 1,468

Rosenrother Andalusit von *Landeck* nach C. v. Hauer[3]) 1,474

Pfirsichblüthrother Andalusit von *Wunsiedel* nach E. E. Schmidt[4]) 1,530

[1]) Mineralsystem. S. 80.

[2]) Jahresber. 1853. S. 794.

[3]) Ebend. 1855. S. 924.

[4]) Ebend. 1856. S. 844.

Pfirsichblüthrother Andalusit von *Kobschuetz* nach
E. E. Schmidt 1,385
Pfirsichblüthrother Andalusit von *Bräunsdorf* nach
Demselben 1,430

Es kann nicht bezweifelt werden, dafs auch diese Andalusite nicht mehr unverändert waren, obgleich Damour von vorzüglicher Reinheit spricht. Der Glühverlust in den 3 letzten Analysen von 1,2 bis 2,1 % spricht gleichfalls für eine bereits eingetretene Umwandlung.

Cyanit in Formen von Andalusit [1]). Alle Andalusite, deren Sauerstoffquotient über 1,333 steigt, sind schon in einer Umwandlung begriffen; mehr oder weniger vollständige Umwandlungen zeigen aber die oben angeführten Andalusite. Hierher zählt Scheerer einige von Haidinger beschriebene Andalusite, welche aus einem fein bis grobkörnigkrystallinischen Aggregat von Cyanit-Individuen bestehen [2]). Diese Umwandlung besteht in einer theilweisen Ausscheidung von Kieselsäure, welche sich auch häufig, vielleicht immer, als Quarz mit Cyanit gemengt vorfindet [3]).

Da der Andalusit zu *Lisens* in einem granitischen Gestein vorkommt, wo er die Stelle des Feldspath zu vertreten scheint [4]); da er sich auch in diesem eingewachsen findet: so ist es kaum zweifelhaft, dafs er in diesen Fällen aus Feldspath hervorgegangen ist. Mit der Umwandlung des Feldspath in Kaolin ist eine Abnahme der Kieselsäure und eine Zunahme der Thonerde verknüpft; schreitet diese Veränderung noch weiter fort: so wird das Mischungsverhältnifs des Andalusit erreicht.

[1]) Blum die Pseudomorphosen. S. 17. Zweiter Nachtrag. S. 10.

[2]) Jahresber. 1854. S. 874.

[3]) Fuchs in Schweigger's Journ. Bd. XXXIII. S. 379. Arfwedson ebend. S. 206. Auch die Pseudomorphose V kommt im Quarz eingeschlossen vor.

[4]) v. Senger Versuch einer Oryktographie von *Tyrol*. 1821. S. 26. Bemerkenswerth ist, dafs in diesem Gesteine Umwandlungen des Andalusit in Cyanit, Glimmer und Speckstein zugleich vorkommen, welches aufs neue beweiset, wie verschiedenartig die Processe sind, welche in demselben Gesteine, aber wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten von Statten gehen.

Dafs diese Veränderung selbst noch in den zur Krystallisation gekommenen Andalusiten fortschreitet, zeigt ihre Umwandlung in Cyanit. Es ist bemerkenswerth, dafs Andalusit, Chiastolith und Cyanit nur in krystallinischen und sedimentären Gesteinen, welche vorzugsweise Orthoklas oder seine Reste enthalten, vorkommen. Durch Zersetzung von Labrador scheinen sich daher keine krystallinische Thonerdesilicate zu bilden.

Berechnet man die Sauerstoffquotienten der bis jetzt analysirten Kaoline und anderer wasserhaltiger Thonerdesilicate: so ergibt sich stets ein niedrigerer als im Andalusit und Cyanit. Derselbe erreicht höchstens den Werth = 1.

Glimmer in Formen von Andalusit. Letzterer kommt sehr häufig mit Glimmer überzogen vor (Bd. I. S. 188). Dieser tritt aber auch manchmal in die Masse des Andalusit ein, ja er setzt selbst die Krystalle desselben gänzlich zusammen, wie dies Blum[1]) an einigen Exemplaren aus dem grobkörnigen Granit von *Lisens* beobachtet hat. Beim Durchbrechen eines Krystalls in drei Theile zeigte sich deutlich, wie der Procefs an dem einen, nicht deutlich ausgebildeten Ende begonnen und über die Oberfläche sich verbreitet hatte, zugleich aber auch im Innern fortschritt, und wie gegen das andere Ende hin der Andalusit gänzlich verschwunden war, indem das Ganze aus einem verworrenen Aggregat von grünlich- und gelblichweifsem Glimmer bestand. Andalusite von anderem Vorkommen zeigen ähnliche Erscheinungen. Im Kap. XXXVII werden wir sehen, dafs bei dieser Umwandlung Kaliglimmer entsteht.

Der pseudomorphe Glimmer von Rancié im Departement *de l'Ariège* gibt zu folgenden Bemerkungen Anlafs.

Er bestand aus vier Krystallen (Vierling). Die Glimmerblättchen lagen parallel mit den Krystallflächen. An einer Ecke eines Krystalls, wo derselbe parallel mit den gegenüberstehenden Seiten entstumpfseitet war (?) stacken die Glimmerblättchen unter spitzen Winkeln darin. Der Krystall war an dieser Stelle sehr angegriffen, die violette

[1]) A. a. O. S. 91 und erster Nachtrag S. 24.

Farbe zog sich in das Ocherbraune. Als die Glimmerpartie herausgelöst war, erschienen zwischen den einzelnen Blättchen Ueberzüge von Ocher, die ihnen eine goldgelbe Farbe ertheilten. Derselbe Ueberzug war auch selbst auf dem Andalusit zu sehen. An einem andern entleckten Krystall zeigten sich ähnliche Glimmerpartieen.

Beim Durchschlagen der Stufe spaltete sich ein Krystall nach einer Kernfläche. Hier fanden sich auch Glimmerblättchen auf den Spaltungsflächen, und zwar da, wo ein ocherbrauner Anflug auf denselben zu bemerken war.

Wo sich ocherbraune Ueberzüge finden, sei es auf den äufsern Krystall- oder auf den Spaltungsflächen, da müssen Gewässer hingedrungen sein. Finden sich gleichzeitig an diesen Stellen Glimmerblättchen: so liegt die Vermuthung sehr nahe, dafs die Gewässer es waren, welche auch die Umwandlung des Andalusit in Glimmer bewirkt haben. Besonders ist dies sehr augenscheinlich da, wo eine Kante, wie in dem oben beschriebenen Krystall, ausgefressen, und Glimmer an die Stelle der verschwundenen Andalusitmasse getreten war.

Ein Theil der von dieser Stufe abgelösten Glimmerblättchen wurde in Salzsäure gebracht, um die Ocheranflüge aufzulösen. Ueber Nacht hatte sich die Salzsäure schon stark gelb gefärbt und der gröfste Theil der Glimmerblättchen war silberweifs geworden.

Dafs die Gewässer eisenhaltig sein mufsten, ist besonders beachtenswerth, da die Umwandlung des Andalusit in Glimmer die Aufnahme von Eisen fordert. Die ocherfarbigen Ueberzüge sind die Reste des abgesetzten Eisenoxydhydrat, welche in Eisensilicat nicht umgewandelt worden waren (Kap. I. No. 48).

Eine eigentliche Pseudomorphose des Glimmer nach Chiastolith ist nicht bekannt. Was wir von einer Umwandlung des letzteren in ersteren wissen, beschränkt sich darauf, dafs die Chiastolithkrystalle in Thonschiefer, bisweilen von Glimmerblättchen umhüllt sind, und dafs, nach Arfwedson[1]), die Zusammensetzung eines Chiastolithkrystalls aus der *Bretagne*, welcher so weich war, dafs

[1]) Berzelius Jahresber. Bd. XI. S. 205.

er vom Nagel Eindrücke annahm, sehr nahe mit der des Glimmer von *Kimito* in *Finnland* übereinstimmt, wie die folgenden Analysen zeigen. Wir reihen ein von Schafhäutl[1]) untersuchtes Mineral aus dem *Zillerthal* an, welches er verhärteten Talk nennt, aber in seiner Zusammensetzung dem nebenstehenden Chiastolith so nahe kommt, dafs man es für ein ähnliches Umwandlungsproduct halten möchte.

	Chiastolith nach Arfwedson.	Glimmer nach H. Rose.		Verhärteter Talk.
Kieselsäure . . .	46,3	46,36		47,05
Thonerde	36,0	36,80		34,90
Eisenoxyd . . .	2,6	4,53		1,50
Kali	11,3	9,22		7,96
Magnesia	2,7	—		1,95
Flufssäure . . .	—	0,71	Natron	4,07
Wasser	1,1	1,84		1,45
	100,0	99,46		98,88

Da dieser veränderte Chiastolith diesem Glimmer sehr ähnlich ist: so ist es sehr wahrscheinlich, dafs sich ersterer in diesen wirklich umwandeln könne.

Glimmer in Formen von Cyanit. Letzterer ist häufig mit Blättchen von Glimmer mehr oder weniger bedeckt. Gewöhnlich legen sie sich auf den Flächen parallel der vollkommensten Spaltungsrichtung an, dringen auch zwischen die Spaltungsflächen ein, mehren sich manchmal so, dafs sie mit dem Cyanit ein Gemeng bilden. An einzelnen Stellen ist letzterer ganz verschwunden[2]).

Speckstein in Formen von Andalusit und Chiastolith. Bei *Göpfersgrün*[3]) findet man manchmal

[1]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. XLVI. S. 336. Die Zusammensetzung dieses Minerals entspricht ganz der der Glimmerarten; in seinen äufseren Kennzeichen scheint es aber mehr dem Talk zu gleichen, obgleich es von dessen Zusammensetzung gänzlich abweicht. Unter ähnlichen Beispielen ist dies ein sehr auffallendes, wie Mineralien ihren Bestandtheilen nach fast identisch mit dem Glimmer sein können, ohne dafs sie die den letzteren auszeichnenden physikalischen Eigenschaften besitzen.

[2]) Blum zweiter Nachtrag. S. 25.

[3]) Goldfufs und Bischof physikal. statist. Beschreibung des *Fichtelgebirges*. 1817. Bd. II. S. 113.

Speckstein in Krystallformen, die man mit der des Andalusit vergleichen möchte. Mit Bestimmtheit wies Blum [1]) unter den Andalusitkrystallen von *Lisens* 2—3 Zoll lange nach, die durch und durch in Speckstein umgewandelt waren. Andere zeigen diese Umwandlung nur auf der Oberfläche.

Die Umwandlung des Chiastolith in Speckstein kommt so häufig vor, dafs man selten ganz reine Chiastolithkrystalle findet, welche nicht von einer solchen Umwandlung schon ergriffen sind. Sehr deutliche Verdrängungspseudomorphosen zeigen die Chiastolithe zu *Lancaster* in *Massachusetts*, aus dem Thale *Héas* in den *Pyrenäen* und zu *Gefrees* in *Baiern*. Der Procefs beginnt aufsen und schreitet nach innen fort [2]).

Talk in Formen von Chiastolith. Blum [3]) beschreibt sehr deutliche Verdrängungspseudomorphosen von Talk nach Chiastolith von *Lancaster*. In einem über zwei Zoll langen Vierlingskrystall erfüllt blätteriger, weifser oder gelblichweifser Talk die frühere Chiastolithmasse. Die vorhin angeführte Analyse eines veränderten Chiastolithkrystalls läfst übrigens vermuthen, dafs der Talk nicht immer reiner Talk, sondern oft eine dem Glimmer sich nähernde Substanz sein möchte.

Umwandlung des Cyanit in Talk. Blum [4]) fand Cyanite, welche mit einer Talkrinde überzogen waren und im Innern ganz als feinschuppiger Talk erschienen. In einem Exemplar lag letzterer mit feinem blättrigen Gefüge den früheren vollkommensten Spaltungsflächen des Cyanit parallel. Einen von Blum erhaltenen Cyanit von *Wustuben*, der in Talk umgewandelt erschien, unterwarf ich einer Analyse (A), wobei ich mich nur auf die genaue Bestimmung der Kieselsäure und der Magnesia

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 129 und erster Nachtrag. S. 113.

[2]) Da so viele Mineralien sich in Speckstein, Talk, Serpentin, Chlorit und Glimmer umwandeln: so werden wir, um Wiederholungen zu vermeiden, die chemischen Verhältnisse dieser pseudomorphen Processe in den Kapiteln der genannten Mineralien im Allgemeinen abhandeln.

[3]) Erster Nachtrag. S. 64

[4]) Die Pseudomorphosen S. 108 und erster Nachtrag S. 65.

beschränkte. Das Mineral gab in der Siedhitze kein Wasser, aber beim Glühen entwickelte sich ein brenzlicher Geruch. Die Resultate sind:

	A.			B.
Thonerde und Eisenoxyd	0,48	durch Salzsäure extrahirt		
Magnesia	0,22			
Kieselsäure	41,35			
Magnesia	0,49			
Thonerde und Eisenoxyd aus dem Verluste bestimmt	56,50		Talk .	2,18
Glühverlust	0,96		Cyanit .	97,82
	100,00			100,00

Dieser Cyanit gehört demnach zu denen mit höherem Kieselsäuregehalt, welche von Gillet de Laumont analysirt wurden. Die beiden Quantitäten Magnesia als Talk berechnet geben das Resultat B.

Die Umwandlung in Talk hatte demnach erst begonnen, und wahrscheinlich bildete er nur eine dünne Haut auf der Oberfläche, welche dem Krystalle das Ansehen gab, als sei er ganz in Talk umgewandelt. Diese Umwandlung scheint übrigens zu den Seltenheiten zu gehören; denn nur die Analyse des Cyanit von Saussure d. J. gibt 2,3 % Magnesia, an. Da aber dieselbe in eine Zeit fällt, wo die Scheidung der Magnesia von anderen Erden noch sehr unvollkommen war: so kann man ihr kein grofses Vertrauen schenken.

F. Sandberger[1]) beschrieb eine Umwandlung von Cyanit in Pyrophyllit; das Stück stammt aus *Villarica* in *Brasilien*.

Mineralien, wie der Andalusit, Chiastolith und Cyanit, welche von Säuren fast gar nicht angegriffen werden, deren Bestandtheile mit den Atmosphärilien keine Verbindungen eingehen, sind keiner eigentlichen Verwitterung fähig. Findet man sie gleichwohl mehr oder weniger verändert: so kann dies nur durch Austausch erfolgt sein.

[1]) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 315.

Kapitel XXIX.

Wernerit und Epidot.

A. Wernerit.

Unter Wernerit begreifen wir die mit dem Namen Skapolith, Bergmannit, Mejonit, Ekebergit, Nuttalit, Schmelzstein, Chelmsfordit, pyramidaler Feldspath bezeichneten Mineralien.

Vorkommen. Der Wernerit findet sich im Granit, im körnigen Kalk und auf Magneteisensteinlagerstätten. Der Mejonit kommt in den Auswürflingen älterer Eruptionen am *Vesuv* und der *Monte Somma* vor.

Zusammensetzung. Die Zahl der Analysen des Wernerit und der ihm verwandten Mineralien beträgt ungefähr 60. G. vom Rath[1]) hat sich insbesondere bemüht, die wahre Zusammensetzung der unveränderten Substanz, so wie die Natur des Zersetzungsprocesses zu ermitteln, dem die Wernerite offenbar vielfach unterliegen. Rammelsberg[2]) gibt eine Uebersicht der Sauerstoffantheile von 27 Analysen von Werneriten, woraus ich nachstehende Reihe von Sauerstoffquotienten berechnete, welche vom höchsten beginnt und mit dem niedrigsten schliefst:

0,875	0,825	0,782	0,737	0,712	0,658	0,617
0,862	0,807	0,775	0,733	0,700	0,650	0,544
0,857	0,800	0,762	0,720	0,690	0,650	0,533
0,825	0,800	0,740	0,720	0,6[illegible]5	0,618	

Diese Reihe, so wie die aus andern exacten Analysen sich ergebenden Sauerstoffquotienten berechtigen zu dem Schlusse, dafs der Sauerstoffquotient der noch im unveränderten Zustande sich befindenden Wernerite 0,750 als der normale anzunehmen ist. In obiger Reihe fallen 16

[1]) Rammelsberg's Handwörterb. Suppl. V. S. 211.

[2]) Ebend.

Sauerstoffquotienten über und 11 unter den normalen. Im ganz unveränderten Zustande sind die Wernerite wasserfrei; nur wenige Analysen weisen einen einigermafsen ansehnlichen Wassergehalt nach. Die wesentlichen Bestandtheile sind Thonerde- und Kalksilicate. Bei weitem die meisten Analysen geben aber alkalische Silicate, entweder blos Natron oder mit wenig Kalk. Aufserdem enthalten sie meist geringe Mengen Eisenoxyd und Magnesia. In dem Verhältnisse als die Alkalien steigen vermindert sich die Kalkerde.

Die Wernerite werden von Salzsäure stark angegriffen, aber nicht vollkommen zersetzt; die Mejonite werden vollkommen zersetzt und die Kieselsäure scheidet sich als Pulver ab.

Bildung. Dafs das Vorkommen des Mejonit in den Producten des alten *Vesuv* nichts weniger als zu Gunsten seiner feurigen Bildung spricht[1]), haben wir S. 297 gesehen. Dieser Mejonit enthielt 3,1 % Kohlensäure. Beim Erhitzen desselben in einer Glasröhre entwickelten sich wässerige, brenzlich riechende und geröthetes Lackmuspapier blau färbende Dämpfe. Diese deutlichen Spuren einer stickstoffhaltigen Substanz können nicht bei einer vulkanischen Bildung im Krater des *Vesuv* zugetreten sein; jedenfalls zeigt deren Gegenwart den spätern Zutritt von Gewässern. Konnten sie aber später in die Drusenräume kommen: so konnten sie es auch früher, und die Bildung des Minerals selbst veranlassen. Das so häufige Vorkommen der Wernerite im körnigen Kalk, welches die Plutonisten für einen Beweis dieser Bildungsart halten, spricht entschieden dagegen; denn wir werden Bd. III den Beweis führen, dafs der körnige Kalk nur ein auf nassem Wege umgewandelter sedimentärer Kalkstein sein kann. Dieselben Bedingungen, welche die Bildung des Wollastonit im körnigen Kalk begünstigen (S. 340), gelten auch für die Bildung des

[1]) Schon Breislak (Lehrbuch der Geologie. Bd. III. S. 273) bemerkt, dafs die Mineralien in diesen Producten keine Kennzeichen darbieten, woraus man vermuthen könnte, das Feuer habe zu ihrer Bildung beigetragen.

Wernerit in diesem Gesteine; mithin auch für den in Drusenräumen des körnigen Kalk von der *Somma* vorkommenden Mejonit [1]). Die Gewässer nehmen die Silicate von Thonerde und Kalkerde, welche in Kalksteinen, wenn auch in geringen Mengen, vorhanden sind, auf, und setzen sie in den Drusenräumen als Wernerit ab. Auch in Drusenräumen anderer Gesteine und selbst in denen eines thonigen Kalklagers [2]) und eines Basalt fand man ihn. Vorkommen von Mineralien in Drusenräumen von Gesteinen, mögen sie vulkanischen oder sedimentären Ursprungs sein, und feuerflüssige Bildungen sind aber unvereinbare Dinge.

Merkwürdige Beziehungen finden zwischen Wernerit und Augit in den Kalkbrüchen von *Pargas* statt (I. Aufl. Bd. I. S. 518 u. s. w.) Nordenskiöld führt einen Pseudowernerit an, welcher 3,3 % Wasser enthielt. Nach brieflicher Mittheilung von G. Rose ist derselbe ein Wernerit, welcher auf seiner Oberfläche in grünen Augit umgewandelt ist.

Allmälige Uebergänge der Zusammensezzung der Wernerite in die der Mejonite. Aus der grofsen Anzahl von Analysen wählen wir diejenigen aus, welche solche Uebergänge anschaulich machen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure .	48,15	48,79	47,24	57,60	45,10	45,46
Thonerde .	25,38	28,16	24,69	24,59	32,76	30,96
Eisenoxyd .	1,48	0,32	Spur	—	—	—
Eisenoxydul	—	—	—	1,05	—	—
Maganoxydul	—	—	—	0,15	—	—
Kalkerde . .	16,63	15,02	16,84	6,19	17,84	17,22
Magnesia .	0,84	1,29	2,18	0,21	—	—
Kali . . .	0,12	0,54	0,85	1,31	0,68	1,31
Natron . .	4,91	4,52	3,55	8,90	0,76	2,29
Wasser . .	0,85	0,74	1,75	—	1,04	1,29
Summa . .	98,36	99,38	97,10	100,00	98,18	98,53
Sauerstoffquot.	0,745	0,761	0,737	0,538	0,883	0,862

[1]) Der von L. Gmelin analysirte Mejonit (Schweigger's Journ. Bd. XXV. S. 36) befand sich indefs in Drusenräumen grauer, in früheren Ausbrüchen ausgeworfener Kalksteinfragmente, und findet sich nicht ganz häufig. Vergl. Prodromo della Mineralogia vesuviana di Monticelli e di Covelli. Napoli 1825. T. I. p. 337.

[2]) Scheerer im Jahrb. für Mineral. 1843. S. 640.

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Kieselsäure	44,40	40,86	43,80	40,53	39,91	42,07
Thonerde	25,52	25,91	32,85	32,73	31,97	31,71
Eisenoxyd	3,79	—	—	—	—	—
Eisenoxydul	—	5,10	1,07	0,18	2,24	—
Manganoxydul	—	0,83	—	—	0,17	—
Kalkerde	20,18	24,34	20,64	24,24	23,86	22,43
Magnesia	1,01	3,01	—	—	—	—
Kali	0,51	—	2,57 (Kali und Natron)	1,81 (Kali und Natron)	0,89 (Kali und Natron)	0,31
Natron	2,09	—				0,45
Wasser	1,24	—	—	—	0,95	0,31
Summa	98,74	100,05	100,93	99,49	99,99	97,28
Sauerstoffquot.	0,857	1,106	0,967	1,074	1,100	0,978

I. Ekebergit von *Hirvesalo* nach Wolff[1]).

II. Ekebergit von *Bolton* nach Demselben.[1])

III. Blauer Skapolith von *Malsjö* nach vom Rath[2]).

IV. Weifser Skapolith von *Bolton* nach Hermann[2]).

V. Dicke, prismatische, farblose oder grünliche Skapolithkrystalle von *Pargas* nach Wolff[1]).

VI. Wernerit von *Pargas* nach vom Rath[2]).

VII. Nuttalit von *Bolton* nach vom Rath[2]).

VIII. Atheriastit, von Weibye so benannt, spangrüne, undurchsichtige Krystalle in granitischem Gestein aus der Eisengrube (*Näsgrube*) bei *Arendal* nach Berlin wird selbst als feines Pulver von Salzsäure nicht angegriffen. Nach J. F. L. Hausmann ist er identisch mit Wernerit, er hält ihn aber für eine Pseudomorphose nach demselben. Er enthält 6,95 % Wasser; die Analyse wurde auf wasserfreies Mineral reducirt[3]).

IX. Mejonit von der *Monte Somma* nach L. Gmelin[4]).

X. Ders. nach Strömeyer[4]).

XI. Ders. von *Sterzing* in *Tyrol* nach Dems.[4]).

XII. Ders. vom *Vesuv* nach Wolff[5]).

Aus diesen Analysen ergeben sich folgende Resultate:

1) Rammelsberg Handwörterb. Suppl. II. S. 133.

2) Ebend. Suppl. V. S. 213.

3) Jahresber. 1850. S. 724. Poggendorff's Ann. Bd. LXXIX. S. 302.

4) Rammelsberg Handwörterb. S. 148.

5) Ebend. Suppl. II. S. 134.

1) Die Alkalien, namentlich Natron sind nicht, wie man bisher annahm, als zufällige oder erst durch pseudomorphische Processe aufgenommene Bestandtheile der Wernerite, sondern als wesentliche zu betrachten; denn sie finden sich in I, II und III, deren Sauerstoffquotienten sehr nahe dem von 0,750, welchen man für den normalen zu halten berechtigt ist, kommt, und deren Zusammensetzung sehr nahe identisch ist. Diejenigen Bestandtheile aber, welche in unveränderten oder doch nur wenig veränderten Mineralien vorkommen, müssen wir für wesentliche halten, mögen sie auch in noch so geringen Quantitäten vorkommen.

2) Dem niedrigsten Sauerstoffquotienten in IV entspricht der geringste Gehalt an Kalk und der höchste an Alkalien. Vergleicht man damit die Analysen aller Wernerite, deren Sauerstoffquotienten unter den normalen fallen: so findet man, daſs in dem Verhältnisse als die Alkalien zunehmen, der Kalk abnimmt. Nur kohlensaure Alkalien können es daher gewesen sein, welche das Kalksilicat in alkalische Silicate umgewandelt haben: da indeſs der Verlust an Kalk mehr beträgt, als der Ersatz durch Alkalien: so ist es sehr wahrscheinlich, daſs ein Theil der Kalkerde durch die Kohlensäure in den Gewässern fortgeführt wurde, während die an diese Base gebunden gewesene Kieselsäure zurückblieb. Dadurch nahm letztere relativ zu, womit eine Abnahme des Sauerstoffquotienten verknüpft war.

3) Im Wernerit V, VI, VII beträgt der Kalk mehr als in I, II und III; die Alkalien sind dagegen dem Verschwinden nahe; die fehlenden wurden entweder durch Kohlensäure zersetzt und als Carbonate fortgeführt, oder als Silicate verdrängt. Jene Annahme hat wenig Wahrscheinlichkeit; denn Kalksilicate werden, wenn sie alkalische begleiten, stets früher als diese durch Kohlensäure zersetzt. Wohl zu begreifen ist aber, daſs kohlensäurefreie Gewässer die leichtlöslichen alkalischen Silicate fortführen und das schwerlösliche Kalksilicat zurücklassen. Die Gewässer, welche den im körnigen Kalk vorkommenden Werneriten begegnen, verlieren aber beim Filtriren durch den Kalkstein ihre freie Kohlensäure, in-

dem sie diese Carbonate auflösen. Solche Carbonate haltende Gewässer können das Kalksilicat nicht zersetzen, wohl aber alkalische Silicate auflösen. Sie können sogar zur Verdrängung der alkalischen Silicate beitragen, indem die halbgebundene Kohlensäure diese Silicate zersetzt und Kalkcarbonat sich abscheidet (Kap. I. No. 11). Eine solche Zersetzung ist bei Werneriten zu vermuthen, die mit Säure brausen. Für die Fortführung der alkalischen Silicate als solche spricht auch der geringere Kieselsäuregehalt in V, als in I, II und III.

4) Die Thonerde scheint einen geringen oder gar keinen Antheil an den Umwandlungsprocessen der Wernerite genommen zu haben. In den normalen Werneriten so wie in denen, welche niedern Sauerstoffquotient haben, schwankt sie weniger, als in denen, welche hohe Sauerstoffquotienten haben. In letzterem steigt sie und erreicht den Thonerdegehalt der Mejonite. In VII ist ein Theil der Thonerde durch Eisenoxyd vertreten.

5) Alle analysirten Mejonite geben Sauerstoffquotienten, welche dem = 1 so nahe kommen, dafs dieser als normaler unzweifelhaft zu betrachten ist.

6) Man kann nicht annehmen, dafs sich ein Mineral, welches wie der Mejonit, eine so bedeutende Menge Kalksilicat enthält, unverändert bleiben könne. Es ist unverkennbar, dafs die Zusammensetzung der Wernerite von hohem Sauerstoffquotient sehr nahe der der Mejonite kommt, und man begreift, wie durch die oben (3) bezeichneten Processe Wernerite in Mejonite umgewandelt werden können. Ebenso begreiflich ist es aber, wie umgekehrt Mejonite in Wernerite übergehen können, wenn Gewässer, kohlensaure Alkalien enthaltend, auf erstere wirken, und dadurch ein Theil des Kalksilicat in alkalische Silicate umgewandelt und kohlensaurer Kalk fortgeführt wird.

Glimmer in Formen von Wernerit. Steffens und Hausmann erwähnten zuerst das Vorkommen des Wernerit im Gemenge mit Glimmer. Das wirkliche Vorkommen des letzteren in Formen des ersteren beschrieb Haidinger[1]). Werneritkrystalle, in Quarz eingewach-

[1]) Abhandl. der k. böhm. Ges. der Wiss. Prag 1841. S. 3.

sen, zeigten sich in der Mitte noch ganz frisch, an ihren Enden befanden sich aber Glimmerblätter, die sich in verschiedenen Richtungen kreuzten, und das ursprüngliche Mineral war verschwunden. Bei dieser Umwandlung wurden zwischen den Glimmerpartieen einige Magneteisenoctaeder ausgeschieden. Nach Haidinger finden sich manchmal im Innern der veränderten Werneritkrystalle Quarz und Kalkspath mit Glimmer gemengt.

Blum [1]) beschrieb Werneritkrystalle, deren Oberfläche rauh und uneben, und ganz mit grünlichen, grünlichweifsen, auch bräunlichen oder gräulichen Glimmerblättchen bedeckt war. Die Glimmerblättchen fanden sich indefs nicht blos auf der Oberfläche der Krystalle, sondern das ganze Innere derselben bestand hauptsächlich aus einem Aggregat von mehr oder minder grofsen Glimmerblättchen, die auf die verschiedenste Weise durch einander gemengt lagen. Zwischen den Glimmerlagen zeigte sich manchmal eine etwas dichte grünliche Masse, die man auf den ersten Blick für noch unveränderten Wernerit halten könnte; sie ist aber weich, und scheint eine Uebergangsstufe aus jenem in Glimmer zu sein. Wo der erwähnte kleinere Krystall in dem gröfsern eingewachsen ist, waren die Glimmerblättchen des einen scharf geschieden von denen des andern, selbst so, dafs man sie an manchen Stellen leicht von einander trennen konnte.

Eine rauhe und unebene Oberfläche eines Krystalls, auf welchem Glimmerblättchen sitzen, ist gewifs ein sicheres Kennzeichen, dafs diese durch Umwandlung aus jenem entstanden sind. Wäre der Glimmer eine ursprüngliche und gleichzeitige Bildung mit dem Mineral, auf welchem er sitzt: so müfste er dieses an den Stellen, wo er es bedeckt, gegen Zersetzung durch äufsere Agentien geschützt haben; die Oberfläche könnte also hier nicht rauh erscheinen.

G. H. Otto Volger [2]) fand, dafs ein völlig zwischen Eisenspath und Barytspath eingewachsen gewesener Fahlerzkrystall, welcher keine Spur von Kupferkies zeigte,

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 93. Erster Nachtrag. S. 27.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXIV. S. 37.

glatte und glänzende Flächen hatte, während die mit Kupferkies umhüllten Fahlerzkrystalle rauhflächig waren. Eben so wenig, als man in diesem Falle die pseudomorphische Bildung des Kupferkieses aus dem Fahlerze zu bezweifeln Ursache hat, kann man Anstand nehmen, die auf rauher Oberfläche eines Wernerikrystalls sitzenden Glimmerblätter für etwas anderes als für umgewandelten Wernerit zu halten.

Blum beschrieb noch andere Glimmerpseudomorphosen in Formen von Wernerit, welche aber keine neuen Verhältnisse zeigten [1]).

Analysen von Glimmer, der aus Wernerit hervorgegangen ist, und darauf gegründete Erklärung des Umwandlungsprocesses siehe Kap. XXXVII.

Feldspath nach Wernerit. Th. Scheerer [2]) beschreibt eine solche Pseudomorphose, welche er nach seinen Ansichten für eine Paramorphose erklärt. Sie findet sich in einem aus Feldspath und Glimmer und aus einem andern aus Feldspath und Hornblende bestehenden Gestein zu *Snårum*. Jene besteht im Innern aus regellos mit einander verwachsenen Feldspathkörnern, diese zeigt innen die Structur eines feinkörnigen Marmors. Die Analyse gab folgende Resultate:

	I.	II.	III.
Kieselsäure	66,68	66,83	68,00
Thonerde	20,20	19,90	18,87
Eisenoxyd	} 0,49	0,39	0,57
Manganoxyd		0,20	—
Kalkerde	1,87	1,56	0,21
Magnesia	0,46	0,39	Spur
Natron	—	10,13	10,52
Kali	—	—	1,11
Wasser	0,19	0,25	0,45
Summa	—	99,65	99,73
Sauerstoffquotient	—	0,365	0,338

I. Pseudomorphose aus dem Feldspathgestein nach Scheerer.

II. Dasselbe nach R. Richter.

[1]) A. a. O.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIX. S. 15.

III. Aus dem Feldspathhornblendegestein nach Richter.

Scheerer bezeichnet den pseudomorphen Feldspath als Oligoklasalbit. Der Feldspath von *Krageröe* ist Albit. Die Umwandlung des Wernerit in Feldspath kann durch einen einfachen Procefs erfolgen. Gewässer, kohlensaures Natron enthaltend, zersetzen nach Kap. I. No. 5 Kalksilicat; die Zersetzungsproducte sind Natronsilicat und Kalkcarbonat. Jenes tritt an die Stelle des Kalksilicat, dieses wird, wenn, wie gewöhnlich, das Natron als Bicarbonat in den Gewässern vorhanden ist, von der halbgebundenen Kohlensäure desselben fortgeführt. Die vorstehenden Analysen weisen noch geringe Mengen von Kalk nach; der Umwandlungsprocefs scheint daher das Ende noch nicht erreicht zu haben.

Speckstein in Formen von Wernerit. Fowler[1]) fand diese Pseudomorphose im körnigen Kalk bei *Newton* (*New-Jersey*), Blum[2]) nahm sie an einem Exemplar aus den Magneteisenlagerstätten bei *Arendal* wahr. Es besteht aus mehreren verwachsenen 2 bis 3 Zoll langen Krystallen, welche die Formen des Wernerit zeigen, in ihrer ganzen Masse aber aus Speckstein bestehen. Nach einer Seite hin sind die Pseudomorphosen mit Feldspath verwachsen, zwischen welchen sich an vielen Stellen krystallinischer Kalkspath findet. Diese Umwandlung beginnt an der Oberfläche und schreitet nach innen fort. Ueber diese Pseudomorphose siehe Kap. XL.

Wernerit in Formen von Vesuvian siehe Kap. XXXIII.

Nach Sillem finden sich zu *Eg* in *Norwegen* Pseudomorphosen nach ziemlich grofsen Vesuviankrystallen, welche aus einem Gemenge von vorherrschendem Vesuvian und Granat bestehen. Sie sind rauh und drusig und an einzelnen Stellen zeigen sich auf den Krystallen kleine Werneritkrystalle[3]).

Der Wernerit scheint noch anderer Umwandlungen

[1]) Silliman's American Journ. Vol. XXI. 1832. S. 320.

[2]) Die Pseudomorphosen. S. 134 und erster Nachtrag. S. 75.

[3]) Blum zweiter Nachtrag. S. 46.

fähig zu sein. Auf einer kleinen Insel, dicht bei der Insel *Lövöen* in *Norwegen*, fand Scheerer[1]) röthlichen Wernerit in sehr deutlichen Formen des Quarzes. Auch die Structur macht es wahrscheinlich, dafs es Pseudomorphosen sind. Sind diese Bildungen wirklich Pseudomorphosen nach Quarz: so ist ihre Entstehungsart sehr merkwürdig; denn sie sind in ganz frischem unveränderten Feldspath eingewachsen.

Zersetzungen des Wernerit, ohne dafs sich ein Uebergang in ein bestimmtes Mineral zeigt. Das Brausen mit Säuren ist eine sehr gewöhnliche Erscheinung, welche selbst dem Anscheine nach unveränderte Wernerite zeigen.

Ein Wernerit von *Arendal* in meiner Sammlung, der mit vielen kleinen silberweifsen Glimmerblättchen bedeckt ist, brauste an sehr vielen Stellen mit Salzsäure. Die Kohlensäure drang in Schnüren kleinster Perlen aus dem Innern hervor. Das durch Zersetzung des Kalisilicat entstandene Kalkcarbonat bildet also keinen sichtbaren Anflug auf der Oberfläche, sondern ist in feinen Spalten und Absonderungen verborgen.

Weibye[2]) beschreibt zerbrochene Wernerikrystalle, deren Zwischenräume mit Kalkspath ausgefüllt sind. Im Universitäts-Mineralien-Cabinet zu *Berlin* sah ich einen zweimal zerbrochenen Wernerikrystall, dessen Zwischenräume mit Quarz erfüllt waren. Jener kohlensaure Kalk und diese Kieselsäure mögen von Gewässern abgesetzt worden sein, welche diese Zwischenräume durchflossen haben; der kohlensaure Kalk kann aber auch von einer theilweisen Zersetzung des Wernerit nach seinem Zerbrechen herrühren.

Zu *Krageröe* in *Norwegen* füllt Eisenglanz kleine Spalten und Risse in Werneriten aus.

Durch die Analysen zersetzter Wernerite von E. Th. Wolff[3]), von Hermann[4]) und besonders von G. vom

[1]) N. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1843. S. 642.

[2]) Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 465 ff.

[3]) De compositione fossilium Ekebergitis, Scapolithi et Mejonitis. Berolini 1843.

[4]) Journ. für pract. Chemie. Bd. LIV. S. 420.

Rath[1]) wurden die Zersetzungsprocesse, welchen diese Mineralien unterliegen, der Aufklärung näher gebracht.

Nachstehend die Analysen von Wolff.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	61,64	61,50	92,71
Thonerde	25,72	25,35	7,29 (Thonerde bis Kalkerde)
Eisenoxyd	1,04	1,50	
Manganoxyd	—	1,50	
Kalkerde	2,98	3,00	
Magnesia	—	0,75	—
Kali	nicht bestimmt (Kali und Natron)	5,00 (Kali, Natron und Glühverlust)	—
Natron			—
Glühverlust	1,86		—
	93,24	98,60	100,00

I. Grofse gelbgraue matte Werneritkrystalle von *Arendal.*

II. Rother Wernerit von *Sjösa* in *Schweden.*

III. Dünne grauliche Krystalle, in Kalkspath eingewachsen, von *Pargas.*

I und II scheinen blos durch Kohlensäure so zersetzt worden zu sein, dafs der gröfste Theil des Kalk, wahrscheinlich auch ein Theil der Alkalien (ob mehr oder weniger läfst sich wegen Unvollständigkeit der Analysen nicht schätzen) als Carbonate fortgeführt wurden, während die Kieselsäure dieser zersetzten Silicate zurückblieb, und defshalb relativ bedeutend zunahm.

Die fast gänzliche Ausscheidung der Basen aus III setzt, wenn nicht Kieselsäure zugeführt wurde, eine bedeutende Raumverminderung voraus. Ob sich dieselbe bemerkbar machte, ist aus der Beschreibung dieser Krystalle nicht zu ersehen.

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. LIV. S. 420.

	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Kieselsäure . . .	49,5	49,99	57,20	59,74	29,52
Thonerde	27,5	23,01	26,35	16,20	15,77
Eisenoxyd	—	1,64	1,88	7,90	19,14
Kalkerde	15,0	3,35	3,84	2,15	9,02
Magnesia	—	1,73	1,98	4,02	8,50
Kali	—	7,09	8,34	4,42	0,37
Natron	8,0	0,35	0,41	4,31	0,58
Wasser	—	4,23	—	1,83	10,89
Kohlensaurer Kalk .	—	7,80	—	—	4,62
	100,0	99,19	100,00	100,57	98,41

IV. Ursprünglicher Wernerit.

V. Gelber Wernerit von *Bolton* in *Massachusetts*. Die physikalischen Eigenschaften dieses Minerals deuten eine unverkennbare Zersetzung an.

VI. Derselbe nach Abzug des kohlensauren Kalk und des Wassers.

VII. Rother Wernerit. Die physikalischen Eigenschaften deuten unwidersprechlich auf eine weit fortgeschrittene Zersetzung. Diese Krystalle finden sich oft mehrere Zoll lang mit Hornblende auf den Magneteisenlagern von *Arendal*[1]).

VIII. Schwarzer Wernerit von *Arendal*. Er war von so geringer Härte, dafs das Messer tief in die Masse eindrang; von Spaltbarkeit zeigte sich keine Spur[2]).

Da die Kohlensäure das Kalksilicat mit Leichtigkeit zersetzt (Kap. I. No. 1 b), da kohlensaures Kali Natronsilicat zersetzt (Kap. I. No. 38): so reicht die Gegenwart dieser beiden Zersetzungsmittel in Gewässern hin, eine Ausscheidung der Kalkerde als Carbonat und eine Umwandlung des Natronsilicat in Kalisilicat zu bewirken. Kohlensäure

[1]) Nach Weibye erscheint der rothe Wernerit von einer Grube ganz zerfressen. Bemerkenswerth ist dessen Beobachtung, dafs bei *Krageröe* die Zwischenräume zerbrochener grüner Wernerritkrystalle mit derbem rothem Wernerit ausgefüllt sind, weil sie zeigt, dafs dieses ohne Zweifel vom grünen Wernerit abstammende Zersetzungsproduct von Gewässern als solches fortgeführt werden kann. Die dortigen grünen Krystalle sind stets gebogen oder gebrochen oder beides zugleich.

[2]) Nach Weibye a. a. O. scheint die schwarze Farbe dieses Wernerit nur von der Verwitterung herzurühren, indem er sich nur auf den Halden einer seit 1810 verlassenen Grube findet.

ist ein nie fehlender Bestandtheil der Quellwasser, kohlensaure Alkalien finden sich in allen Gewässern, welche durch feldspathhaltige Gesteine dringen, sofern sie nicht durch Erdsalze (schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia u. s. w.) zersetzt werden. Ein Theil der kohlensauren Kalkerde findet sich noch in V und VIII; mit dem kohlensauren Natron wurde der Rest und aus VII die ganze Menge der kohlensauren Kalkerde durch die Gewässer fortgeführt. Die Verdrängung des Natron ist in V fast ganz, in VII ungefähr halb vollendet.

Durch die Zersetzung des Kalksilicat wird Kieselsäure ausgeschieden; dafs dieselbe zurückgeblieben ist, zeigt ihre relative Zunahme in VI und VII. In VI findet sich nur eine geringe, in VII eine bedeutende Verminderung der Thonerde; dagegen zeigt sich hier eine bedeutende, dort nur eine geringe Zunahme des Eisenoxyd. Daher ist die theilweise Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd unverkennbar, und wie diese erfolgt, haben wir (Kap. I. No. 49) gesehen.

G. vom Rath wirft die Frage auf, warum der Wernerit VI, welcher in seiner Zusammensetzung den an Kieselsäure reichen Glimmerarten so ähnlich ist, nicht zu Glimmer geworden ist. Darauf ist zu erwiedern, dafs Mineralien, deren Zusammensetzung mit der der Glimmerarten fast identisch ist, doch noch sehr verschieden von denselben sich zeigen können (S. 519 Note 1). Dazu kommt, dafs die Glimmer mit einem Kieselsäuregehalt von 57,2 % zu den Seltenheiten gehören, und dafs die der Mischung dieser Mineralien fremde Kalkerde in VI 3,84 % beträgt.

Ganz verschieden von V und VII zeigt sich der Zersetzungsprocefs in VIII. Aus diesem Wernerit wurde ein grofser Theil der Kieselsäure sowie Kali und Natron bis auf ein Minimum fortgeführt. Der Zersetzungsprocefs war von der Art, dafs das Kalksilicat hierbei grofsentheils verschont blieb; die Kohlensäure kann daher bei weitem weniger mitgewirkt haben, als bei den Zersetzungsprocessen, wodurch V und VII entstanden sind. Die Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd war offenbar der vorherrschende Procefs; denn die verdrängende Sub-

stanz übersteigt sogar die verdrängte und beide zusammen überwiegen die Thonerde im unzersetzten Wernerit[1]). Das bedeutende Hervortreten der Magnesia, deren Aufnahme sich übrigens schon in V und VII, wenn auch in geringeren Mengen zeigt: läfst auf eine Zersetzung der alkalischen Silicate, wahrscheinlich auch auf eine in geringerem Grade stattgefundene Zersetzung des Kalksilicat durch Magnesiasalze (Kap. I. No. 40 und 41) schliefsen. Waren es schwefelsaure Magnesia oder Chlormagnesium, welche die alkalischen Silicate in Magnesiasilicat umgewandelt hatten: so konnte in den Gewässern, welche diese Magnesiasalze enthielten, kein kohlensaures Kali vorhanden gewesen sein; in diesem Falle konnte aber eine Umwandlung des Natronsilicat in Kalisilicat nicht stattgefunden haben; sondern das Natron wurde als Sulphat oder als Chlorür fortgeführt.

So wenig wir im Stande sind, die Zersetzungsprocesse, wodurch VIII entstanden ist, mit Sicherheit zu charakterisiren, sondern uns blos mit Andeutungen begnügen müssen: so sehr sind wir von dem Wunsche beseelt, dafs sich Gelegenheit darbieten möchte, ähnliche interessante Zersetzungsproducte der chemischen Analyse zu unterwerfen. Vielleicht gelingt es dann, besonders wenn sich in anderen Fällen die Verhältnisse weniger verwickelt zeigen sollten, der genauen Erklärung auf die Spur zu kommen.

So viel zeigt sich indefs, dafs die Zersetzungsprocesse in VIII die Richtung zur Bildung von Ripidolith nahmen. Vergleicht man VIII mit IX und X (schuppige Chlorite aus dem Granit der *Dauphiné*, nach Marignac) und XI (blättrige Varietät vom *Gummuchdagh* in *Kleinasien*, nach Smith):

[1]) Bei Zersetzung der Wernerite wird fast immer Eisenoxyd in beträchtlicher Menge aufgenommen.

	IX.	X.	XI.
Kieselsäure . .	26,88	27,14	27,20
Thonerde . . .	17,52	19,19	18,62
Eisenoxyd . . .	29,76	24,76	23,21
Magnesia . . .	13,84	16,78	17,64
Wasser	11,33	11,50	10,61
	99,33	99,37	97,28

so ist wohl zu denken, wie durch eine vollständige Zersetzung der in VIII noch vorhandenen Silicate der Kalkerde und der Alkalien mittelst Magnesiasalze eine Zusammensetzung ähnlich der in IX, X und XI entstehen kann. Der Wassergehalt in diesen Ripidolithen stimmt mit dem in VIII völlig überein.

Da sich der Wernerit in Glimmer und Speckstein umwandelt: so kann gegen seine mögliche Umwandlung in Chlorit [1]), ja sogar in Serpentin, in Mineralien, welche jenen so nahe stehen, nichts erinnert werden. Dasselbe gilt aber auch von dem der Mischung des Wernerit (Mejonit) so nahe stehenden Epidot, dessen Umwandlung in Chlorit, nach Müller's Beobachtung (S. 538) kaum einem Zweifel unterliegt. Von der Kalkerde, welche hierbei ausgeschieden werden mufste, könnten die erwähnten zahlreichen Kalkspathpartieen herrühren.

	XII.	XIII.	XIV.	XV.
Kieselsäure . . .	38,00	46,39	48,32	55,47
Thonerde	24,10	29,09	28,44	32,65
Eisenoxydul . . .	4,82	2,04	1,40	1,61
Manganoxydul . .	0,78	—	—	—
Kalkerde	22,64	5,13	6,88	7,90
Magnesia	2,80	1,97	2,07	2,37
Kali	—	Spur	Spur	Spur
Wasser	6,95	1,80	1,80	—
Kohlensaurer Kalk .	—	10,72	10,72	—
	100,09	97,14	99,63	100,00

XII. Atheriastit von *Arendal*, nach Berlin [2]).

[1]) Nach Weibye a. a. O. kommt zu *Arendal* ein Wernerit von verwittertem Ansehen vor, welches von vielen eingeschlossenen Glimmer- oder Chloritblättchen herrührt.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXIX. S. 302.

Nach Hausmann[1]) stimmt seine Krystallform mit der des Wernerit überein.

XIII und XIV. Ein grünliches Mineral von *Franklin, New-Jersey,* von der Structur des Wernerit, nach Brewer[2]).

XV. Nach Abzug des Wassers und des kohlensauren Kalk.

Die Uebereinstimmung der Krystallform von XII mit dem Wernerit berechtigt, dieses Mineral für eine Pseudomorphose zu halten. Seine Zusammensetzung zeigt eine unverkennbare Aehnlichkeit mit der des Epidot in der Form von Wernerit (S. 542. No. I.); nur scheint in XII die Umwandlung noch nicht so weit fortgeschritten zu sein, wie in diesem pseudomorphen Epidot. Da nämlich in Beziehung auf den Umwandlungsprocefs in XII dasselbe gilt, was unten vom pseudomorphen Epidot gesagt werden wird: so zeigt sich, dafs in ersterem die theilweise Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxyd noch nicht so weit gediehen war, als in letzterem. Die Summe beider Basen ist in XII 28,92 %, im pseudomorphen Epidot dagegen 34,76 %; das an die Stelle der Thonerde tretende Eisenoxyd scheint daher mehr als die verdrängte Thonerde zu betragen. Ein solches Verhältnifs zeigt sich auch in VIII. Auf der andern Seite ist die gänzliche Abwesenheit der Alkalien in XII auffallend, während sich im pseudomorphen Epidot noch geringe Mengen davon finden.

XIII und XIV zeigt einige Aehnlichkeit mit V, wie schon Rammelsberg[3]) bemerkt; sie tritt noch mehr hervor, wenn man XV mit VI vergleicht. Es zeigt sich jedoch der Unterschied, dafs in XV die alkalischen Silicate gänzlich zersetzt wurden, während in VI das Natronsilicat des Wernerit in Kalisilicat umgewandelt erscheint, und dafs eine geringere Menge Kalksilicat in XV als in VI zersetzt wurde. Dort griff daher das Zersetzungsmittel vorzugsweise die alkalischen Silicate an, während es hier diese Silicate unberührt liefs, und nur die Kalk-

1) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXI. S. 567.

2) Dana Mineralogy. IV. Ed. Vol. II. p. 203.

3) Suppl. V. S. 218.

silicate angriff. Da es indefs Wernerite zu geben scheint, welche ganz frei von Alkalien sind: so könnte XV aus einem solchen Wernerit hervorgegangen sein.

Kein Mineral unterliegt so vielen verschiedenartigen Umwandlungs- und Zersetzungsprocessen, wie der Wernerit. Wir sind aber der Meinung, dafs andere Mineralien ähnliches zeigen würden, wenn so viele Umwandlungs- und Zersetzungsproducte analysirt werden sollten, wie vom Wernerit. In den Quellwassern finden wir die gröfste qualitative und quantitative Mannichfaltigkeit ihrer Bestandtheile; man möchte fast sagen, dafs eben so mannichfaltig die Umwandlungs- und Zersetzungsprocesse eines Minerals sein müfsten, je nachdem bald dieses bald jenes Wasser auf sie wirkt.

B. Epidot.

Vorkommen. Er findet sich eingewachsen und in Drusenräumen im Gneifs, Glimmer-, Hornblende- und Chloritschiefer, ferner im Granit, Syenit, Diabas, Diorit, Gabbro, Serpentin, Porphyr, in Drusenräumen von Mandelsteinen und auf Erzlagerstätten.

Im *Ontonagon*-Gebiete am *Lake Superior* bildet der körnige Epidot, oft innig mit Quarz und Kalkspath gemengt, die Hauptgangmasse, in welche das Kupfer fein eingesprengt ist. Albr. Müller[1]) beschreibt eine Stufe, in welcher die Hauptmasse körniger Epidot ist, der stellenweise durch allmälige Uebergänge in Chlorit umgewandelt und von zahlreichen Kalkspathpartieen durchzogen ist. Sowohl diese als der Epidot sind von Kupferflitterchen überall durchschwärmt. Ueberhaupt scheint der Epidot im Trapp des *Ontonagon*-Gebiet eine grofse Rolle zu spielen. Erst erscheint er nur sporadisch, allmälig aber wird der Trapp, indem der Epidot den Augit verdrängt, in ein anderes Gestein, den Epidosit, umgewandelt, der in den *Porcupine-Mountains* sogar ganze Berge bildet und auch anderwärts, z. B. auf *Elba*, bedeutende Felsmassen zusammensetzt. Auch auf *Isle Royale*

[1]) Verhandl. der naturf. Ges. in *Basel*. Heft III. S. 422.

kommen mächtige kupferführende Epidotgänge vor. Aus manchen Gängen wird Chlorit angeführt, vielleicht theilweise, wie an oben genannter Stufe, durch Umwandlung aus Epidot entstanden.

Zusammensetzung. Der Epidot besteht wesentlich aus Thonerdesilicat mit Kalksilicat (Zoisit oder Kalkepidot) oder mit Kalk- und Eisenoxydul(oxyd)silicat. (Pistazit oder Kalk- und Eisenepidot) oder mit Kalk-Eisenoxydul(oxyd) und Manganoxydulsilicat (Manganepidot).

Die Zahl der Epidotanalysen ist sehr grofs, sie beläuft sich auf ungefähr 60. Bei weitem die meisten geben sehr nahe den Sauerstoffquotient = 1. Die Schwankungen würden wahrscheinlich noch viel geringer sein, wenn die relative Bestimmung der Eisenoxyde nicht eine so schwierige Aufgabe wäre. Den geringsten Sauerstoffquotienten = 0,890 gibt die Analyse des krystallisirten dunkelbraunen Epidot von der *Rothlaue* bei *Guttannen* im *Haslithal* nach Rammelsberg[1]). Die Zahl derjenigen Analysen, deren Sauerstoffquotienten höher sind, als der normale, ist viel gröfser, als die der unternormalen. Im Allgemeinen gehören die Epidote zu denjenigen Mineralien, welche im Laufe der Zeit nur geringe Veränderungen erlitten haben.

Der Epidot wird nach starkem Glühen durch Säuren zersetzbar werden; die Kieselsäure scheidet sich gallertartig ab. Während sich hierbei sein absolutes Gewicht kaum um 1 % vermindert, ändert sich das specifische Gewicht merklich. Rammelsberg[2]) fand dasselbe:

vor dem Glühen 3,403
nach dem Glühen 3,271

Nach Hermann enthalten die Epidote 0,32 bis 2,73 % Kohlensäure, welche auf eine schon begonnene Zersetzung des Kalksilicat deutet. Nach den Untersuchungen von Scheerer[3]) und Richter sind die Epidote kohlensäurefrei.

Sie gehören unstreitig zu den wasserfreien Minera-

[1]) Rammelsberg Handwörterb. Suppl. III. S. 43.
[2]) Suppl. II. S. 48.
[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 504.

lien. Wo man Wasser gefunden hat, waren sie schon in der Zersetzung begriffen oder durch pseudomorphische Processe aus andern Mineralien gebildet worden. Die Ermittelung, ob das Eisen als Oxydul oder als Oxyd oder als Oxyduloxyd vorhanden sei, war der Gegenstand vielfacher Untersuchungen. Mit Wahrscheinlichkeit kann man annehmen, dafs es ursprünglich als Oxydul existirt habe, im Laufe der Zeit aber mehr oder weniger höher oxydirt worden sei.

Rammelsberg[1]) unternahm 6 Analysen von Zoisiten von verschiedenen Fundorten und zog daraus das Resultat, dafs die chemische Zusammensetzung für, wenigstens nicht gegen eine Vereinigung von Zoisit und Epidot spricht. Er fand sehr nahe den Sauerstoffquotient = 1 für die Zoisite.

Bildung. Was von der Bildungsart des Wernerit gilt, hat auch Bezug auf die des Epidot.

Das Vorkommen des Epidot in so ganz verschiedenen Gesteinen ist bemerkenswerth; denn es zeigt, dafs er, wenn nur die Silicate, aus denen er besteht, vorhanden sind, gebildet werden kann, sei es, dafs die Gewässer ihn in Drusenräumen absetzen oder dafs er durch Umwandlung aus anderen Mineralien entsteht. Es ist ferner bemerkenswerth, dafs, wie wir unten sehen werden, der pseudomorphe Epidot in seiner Zusammensetzung mit anderen Epidoten, von denen wenigstens die pseudomorphe Bildung nicht nachgewiesen werden kann, nahe übereinstimmt. Durch die Analyse ist nicht immer diese Uebereinstimmung nachzuweisen, da die nicht vollendeten Pseudomorphosen häufiger als die vollendeten vorkommen. Es ist übrigens kein Grund zur Annahme vorhanden, dafs ein Mineral, welches durch Umwandlung aus einem anderen hervorgegangen ist, eine andere Zusammensetzung haben sollte, als das auf directem Wege gebildete Mineral.

Epidot und Albit in Formen von Wernerit. Forchhammer[2]) beschreibt einen grofsen Krystall von der Form des Wernerit von *Arendal*, wovon aber nicht

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. C. S. 133.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVI. S. 403.

die mindeste Spur mehr übrig ist. Das Mineral ist gänzlich in schön entwickelten Epidot verwandelt, welcher äufserlich von einer geringen Menge Albit umgeben ist [1]). Im Innern zwischen den Epidotkrystallen finden sich mit Kalkspath ausgefüllte Höhlungen. Das specifische Gewicht des Wernerit ist 2,5 bis 2,8, während das des Albit 2,68 und das des Epidot 3,2 bis 3,5 ist. Da demnach die neuen Mineralien ein gröfseres specifisches Gewicht haben, als das ursprüngliche Mineral, so mufste eine Zusammenziehung stattfinden, wodurch die Höhlungen in diesem pseudomorphischen Krystall entstanden sind.

Im Mineraliencabinet zu *Berlin* fand ich ähnliche Werneritkrystalle. Ein solcher war auf der einen Seite ganz in Epidot umgewandelt, und die scharfe Grenze zwischen beiden ganz unregelmäfsig. Ein anderer Werneritkrystall derselben Stufe war an verschiedenen Stellen grün gefärbt; ohne Zweifel hatte hier schon ein allmäliger Uebergang in Epidot stattgefunden. An einer dritten Stufe waren sehr viele Werneritkrystalle, deren eines Ende in Epidot umgewandelt war. Auf dieser Stufe zeigte sich auch Magneteisen. Auch Blum [2]) besitzt einen grofsen säulenförmigen Werneritkrystall von *Arendal*, welcher in körnigem Kalk liegend, vollständig in ein Aggregat von grünem Epidot umgewandelt ist.

Ein anderes Zersetzungsproduct dieses Wernerit ist Glimmer [3]).

[1]) G. Rose zeigte mir ein solches Exemplar, welches nachweiset, dafs der Albit die jüngere Bildung ist; denn er bedeckt den Epidot, zieht sich in Sprünge desselben hinein und ist in kleinen Partieen in demselben eingeschlossen (siehe S. 440).

[2]) Zweiter Nachtrag. S. 47.

[3]) Das von Stromeyer (Untersuchungen über die Mischung der Mineralkörper. Bd. I. S. 386) als Mejonit von *Sterzing* in *Tyrol* untersuchte Mineral kommt mit blafs tombackfarbenem Glimmer krystallinisch verwachsen vor. Nach Weifs (Rammelsberg's Suppl. II. S. 138) soll er indefs Epidot sein. Auffallend ist jedoch die Aehnlichkeit in seiner Zusammensetzung mit der des gleichfalls von Stromeyer analysirten Mejonit vom *Vesuv* (a. a. O. S. 378). Sollte vielleicht jenes Mineral ein Zersetzungsproduct des Wernerit oder Mejonit in Epidot und Glimmer sein?

	I.	Sauerst.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . .	37,92	3	43,41	46,82	42,37
Thonerde . .	19,21	2,03	8,68	1,39	8,47
Eisenoxyd . .	15,55				
Kalkerde . . .	22,68	1,00	—	—	—
Magnesia . .	0,25	—	—	—	—
Kali	0,23	—	0,72	0,97	0,60
Natron . . .	0,39	—	3,24	6,88	3,63
Wasser . . .	2,51	—	—	—	—
	98,74				

I. Hellgrüner Epidot in der Form von Wernerit, von *Arendal*[1]). Der zur Analyse angewandte Krystall war 1 Zoll lang und ½ Zoll dick. Mehrere andere kleinere Krystalle derselben Art waren, wie der gröfsere, auf einer dunkelgrünen Masse, in welche die Krystalle fortsetzten, aufgewachsen[2]). Dieser pseudomorphe Pistacit stimmt in seiner Zusammensetzung ziemlich mit den von Kühn, Hermann und Rammelsberg analysirten Pistaciten von *Arendal* überein, und zeigt genau das Sauerstoffverhältnifs des Mejonit.

II. Werneritkrystall, ähnlich dem prismatischen Wernerit, welcher durchdrungen und zum Theil verdrängt war von viel grüner Epidotmasse[3]).

III. Prismatischer Epidot.

IV. Gemeng aus gleichen Theilen von I und III. Da diese Zahlen ziemlich nahe mit II übereinstimmen: so schliefsen wir, dafs bereits nahe die Hälfte dieses Wernerit in Epidot umgewandelt worden war.

Wir können, bemerkt vom Rath[4]), dem wir diese schätzenswerthen Analysen verdanken, nicht annehmen, der Kalk habe bei der Umwandlung des Wernerit in Epidot nur relativ durch Fortführung anderer Bestandtheile

[1]) Kommt der krystallisirte Pistazit in der *Langseogrube* in Kalkspath eingewachsen vor: so ist er stets von krystallisirtem Wernerit begleitet (Weibye).

[2]) Diese Masse ist nach G. Rose Augit, welcher in der Umwandlung in Hornblende begriffen ist.

[3]) Leider mifslangen die Bestimmungen des Kalk und der Thonerde.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. XC. S. 307 u. s. w.

zugenommen; wir sind vielmehr genöthigt, ein wirkliches Zuführen des Kalk anzuehmen. Der pseudomorphe Epidot zeigte nämlich weder Höhlungen noch Poren, sondern erschien selbst unter der Lupe als eine völlig gleichartige homogene Masse. Sein specifisches Gewicht, welches mit sehr kleinen Stücken bestimmt wurde, war 3,223. Angenommen, der zollgrofse Krystall habe als Wernerit 15 Grm. gewogen: so mufste er in Epidot umgewandelt 17,925 Grm. wiegen. Im Wernerit waren enthalten 2,58 Grm. Kalk, im Epidot finden wir 4,06 Grm. In demselben Raum, in welchem ehemals nur 2,58 Th. Kalk enthalten waren, sind jetzt noch 1,48 Th. hinzugeführt worden.

G. vom Rath vermochte nicht den in Rede stehenden Umwandlungsprocefs zu erklären, weil ihm entgangen war, dafs alkalische Silicate schwefelsauren Kalk und Chlorcalcium zersetzen (Kap. I. No. 8). Dafs diese Zersetzung auch auf Kosten der in zusammengesetzten Silicaten enthaltenen alkalischen Silicate von Statten geht, ist übrigens erst durch die (Kap. I. No. 48) mitgetheilten Versuche mit dem Analcim bewiesen worden. Es ist daher sehr wohl denkbar, wie Gewässer, schwefelsauren Kalk oder Chlorcalcium enthaltend, den gröfsten Theil des Natron im Wernerit verdrängen und so das Natronsilicat in Kalksilicat umwandeln konnten. Endlich haben wir (Kap. I. No. 49) gesehen, wie auch eine theilweise Verdrängung der Thonerde durch Eisenoxydhydrat stattfinden kann. Die Gewässer brauchten daher aufser den Kalksalzen nur noch kohlensaures Eisenoxydul zu enthalten, um die in Rede stehende Umwandlung vollständig bewirken zu können.

Wernerit in Formen von Epidot. Haidinger [1]) beschreibt ein Mineral von *Arendal* in dieser Form, welches im Innern aus einer röthlichgrauen körnigen, mit dem Wernerit vollkommen übereinstimmenden Masse besteht, die Wasser und eine empyreumatische Substanz enthält. Diese Masse ist mit einer weifsen Haut überzogen.

Epidot in Formen von Granat. Im Mineralien-

[1]) Abhandlungen der böhm. Ges. der Wissenschaften in *Prag*. 1841. S. 4.

cabinet zu *Berlin* fand ich einen braunen Granat mit einzelnen noch sehr glänzenden Flächen. Im Innern zeigte sich aber ein allmäliger Uebergang in Epidot; an einer Seite war auch unveränderter Granat, an der anderen Epidot. Ein anderer Granat von *Ech* in *Norwegen* bestand aus einem Gemeng von Granat und Epidot.

Eine solche Umwandlungspseudomorphose fand Blum[1]) in einem Drusenraume des sogenannten Granatfels an den Saalbändern des körnigen Kalk bei *Auerbach*. Die Granatkrystalle zeigen die verschiedensten Zustände der Umwandlung. Die Veränderung begann auf der Oberfläche, indem sich der bräunlichrothe Granat mit einer dünnen Rinde von schwärzlichgrünem Epidot überzog. Andere Krystalle sind fast ganz von Epidotmasse umgeben, so dafs nur noch einzelne Granattheilchen vorhanden sind. Die Schärfe der Krystalle verschwindet immer mehr, so dafs zuletzt gewöhnlich eine poröse Epidotmasse übrig bleibt, welche nur undeutliche Umrisse der früheren Form zeigt[2]).

Eine von Wandel[3]) ausgeführte Analyse des braunen Epidot von *Auerbach*, wonach derselbe aus 41,59 Kieselsäure, 22,04 Thonerde, 16,04 Eisenoxyd, 18,68 Kalkerde und 3,21 % Magnesia besteht, liegt vor. Diese Zusammensetzung hat einige Aehnlichkeit mit obiger Analyse des Epidot in der Form von Wernerit (No. 1). Da man aber nicht weifs, ob der Epidot in Formen von Granat dieselbe Zusammensetzung wie der Epidot von *Auerbach* hat, da ferner die Zusammensetzung des Granat, von dem ersterer abstammt, unbekannt ist: so ist nur wenig von diesem Umwandlungsprocefs zu sagen. Das Verhältnifs der Kieselsäure zur Thonerde ist im Epidot wie im Granat nahe dasselbe; daher scheinen nur die anderen Basen den Umwandlungsprocessen erlegen zu sein. Auf eine theilweise Fortführung dieser Basen läfst der poröse Zustand der Pseudomorphose schliefsen[4]).

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 11.

[2]) Vergl. A. Knop's Bemerk. im Kap. XXXII Granat.

[3]) Rammelsberg Suppl. V. S. 105.

[4]) Der Umwandlungsprocefs wird erst dann klar werden, wenn

Müller (S. 538) spricht von einer Verdrängung des Augit durch Epidot. Es ist sehr zu wünschen, dafs dies durch eine nähere Untersuchung der Trappe, in denen sich ein solches Verhältnifs zeigt, aufgeklärt werden möchte. Vielleicht dafs sich dann Augite fänden, welche wirklich in einer Umwandlung in Epidot begriffen wären; denn nur von einer Umwandlung, nicht von einer Verdrängung könnte hier die Rede sein.

Blum[1]) beschreibt ein Gestein aus der Umgegend von *Predazzo* in *Tyrol*, in welchem Epidot auftritt. Im Innern der sog. Uralitkrystalle beginnt ein pseudomorpher Procefs und dringt nach aufsen vor, so dafs zuweilen nur noch eine dünne Rinde von Uralit das Aggregat von Epidot umgibt, welche jedoch auch mit der Vollendung des Processes verschwindet. Nicht immer bildet Epidot allein diese Pseudomorphosen, zuweilen finden sich auch rothe Granattheilchen beigemengt; Kalkspath fehlt fast nie; Quarz kommt hier und da vor. Der Epidot bildet also entweder allein oder mit den genannten Mineralien grüne, meistens fein stängelige, selten körnige Aggregate.

In andern Fällen besteht in demselben Gestein von dem nämlichen Fundorte der Uralit aus fein faserigem Asbest oder Amianth, während die Grundmasse, in welcher die Krystalle desselben eingestreut liegen, ein Gemenge von sehr kleinen Epidotkörnchen und Amianthbüschelchen oder Fasern ist. Es wurde hier der Labradorit der Grundmasse vollständig zu Epidot, der Augit derselben, wie die Krystalle zu Amianth umgewandelt. Aber auch in manchen Uralitkrystallen hat die Epidotbildung begonnen; ja, einige derselben bestehen, wie die Grundmasse, nur aus einem Gemenge, von Epidot und Amianth. Die Pseudomorphose schreitet fort, bis aller Amianth verschwunden ist: so dafs ein wahres Epidotgestein entsteht. Ein anderes Gestein erscheint als ein feinkörniges fast dichtes Gemenge von vorherrschendem Epidot

Granate und die daraus hervorgegangenen Epidote analysirt werden. Die oben beschriebenen Exemplare im Mineraliencabinet zu *Berlin* würden vortreffliches Material dazu liefern. Ohne Zweifel finden sich aber auch in anderen Sammlungen solche Exemplare.

[1]) Epidot in petrographischer und genetischer Beziehung. S. 429.

und etwas Quarz. Die Umrisse der Augitkrystalle sind hierin meist sehr scharf erhalten. Das Gestein hat eine Mandelsteinstructur erhalten, indem zugleich aus einem Augitporphyr ein Epidotgestein entsteht.

Der Epidot scheint, wie der Wernerit, einer Umwandlung im Glimmer fähig zu sein. So beschreibt Blum[1]) Epidotkrystalle aus einem Quarzgange im Gneifse, zu *Athol* in *Massachusetts*, welche hier und da tombackbrauner oder bräunlichgrüner Glimmer gleichsam umhüllt, manchmal auch in die Masse selbst eindringt. Wo die Krystalle sich berühren und nicht von Quarz umgeben sind, tritt der Glimmer in Menge in dieselben ein, so dafs dieser ein Gemeng mit Epidot bietet.

Umwandlung des Orthoklas in Epidot. Blum[2]) beschreibt eine solche Umwandlung im Feldspathporphyrit auf der canarischen Insel *Palma*. Dieses Gestein besteht aus einer weifsen, feinkörnigen bis dichten, feldsteinartigen, wasserhaltigen Grundmasse, in welcher gröfsere und kleinere Krystalle von Orthoklas von braunem Glimmer liegen. Wo die Krystalle gerissen sind, zeigen sie in ihrem Innern gröfsere oder kleinere Partieen von strahligem Epidot, gewöhnlich mit kohlensaurem Kalk gemengt, der auch in der Grundmasse vertheilt ist. Hier kann nur von spätern Bildungen die Rede sein; denn manche Krystalle bestehen ganz aus strahligem Epidot, der Orthoklas ist vollständig zu jenem umgewandelt. Ist der Umwandlungsprocefs vollendet: so sind die Pseudomorphosen im Innern gewöhnlich etwas drusig. Nach W. Reifs geht die weifse Farbe in eine schmutzige grünliche über, wenn der Epidot überhand nimmt. Ja, er bildet grofse kugelförmige Massen, von wenigstens $1/2$ Fufs Durchmesser. Also nicht blos die Orthoklaskrystalle, sondern auch die Grundmasse wurde in Epidot umgewandelt.

Dieselben Verhältnisse zeigen sich auch in einigen Graniten, so bei *Vordorf* im *Fichtelgebirge*. Es finden sich nicht nur parallel laufende grüne Schnüre im fleisch-

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 30.

[2]) Abhandlungen über den Epidot in petrographischer und genetischer Beziehung.

rothen Orthoklas, sondern er ist auch stellenweise auseinandergesprengt. Schmale Klüfte sind theils mit Epidot-, weniger mit Quarzkryställchen oder mit einem Gemenge von beiden erfüllt.

Auch im Granit von *Baveno* fand Blum Epidot, zuweilen begleitet von Glimmer und Laumontit. Ebenso im Granit am *Brocken* auf dem *Harze* erkannte er eine Umwandlung des Orthoklas in Epidot, ferner bei *Schönau* im *Schwarzwalde* bei *Aschaffenburg* und im Gneifs auf der *Hohen Riffl* im *Rauris* am *Grofsglockner*, an welchem letzten Orte er den Feldspath vertritt.

Umwandlung des Oligoklas in Epidot.

In einem Gesteine von *Gyalu mare* in *Ungarn*, das einem Diabasporphyr sehr ähnlich ist, aber wahrscheinlich zu v. Richthofens Grünsteintrachyten gehört, sind die Oligoklaskryställchen in der graulich grünen, feinkörnigen Grundmasse, nach Blum[1]) theilweise oder gänzlich zu Epidot umgewandelt.

Auch hier beginnt die Umwandlung von innen seltener als von aufsen, und gibt sich in einer stänglichen Structur zu erkennen.

Das Gestein wie die Kryställchen brausen sehr stark mit Säuren. In beiden ist Eisenkies in feinen Theilchen eingesprengt, hier und da in Brauneisenstein umgewandelt.

In einem Gestein der Cordilleren von Chiriqui in *Central-Amerika* ist der Oligoklas theils kaolinisirt, theils in eine zeolithische Substanz, wie es scheint Mesotyp übergeführt, theils auch in Epidot.

Blum beschreibt noch mehrere andere Gesteine, welche gleichfalls eine Umwandlung des Epidot in Oligoklas wahrnehmen lassen, in einem derselben bei *Pont de Bar*, in *Vallée de la Bruche* in den *Vogesen* ist nicht blos der Oligoklas, sondern auch der Orthoklas einer solchen Umwandlung erlegen. Merkwürdigerweise ist dieser theils in jenem, theils in der Grundmasse eingeschlossen. In einem anderen Gestein zu *Arendal* in *Norwegen* sind poröse, zerfressene, skelettartige Oligoklaskrystalle theils mit Epidot überzogen, theils findet er sich im Innern. Th.

[1]) A. a. O.

Scheerer[1]) beschreibt Krystalle aus dem eisenreichen Gneifsgebiete der *Arendaler* Gegend. Sie sind auf dem Syenitgneifs, in welchem Epidotpartieen der nämlichen Art als accessorischer Gemengtheil vorkommen, aufgewachsen, und zwar auf einer Grenzfläche dieses Gesteins gegen grobkörnig krystallinischen Marmor. In einigen der zerbrochenen Krystalle konnten gröfsere krystallinische Partieen wahrgenommen werden, welche vollkommen die Spaltungsrichtungen des normalen Epidot besafsen.

Nach der Analyse von Rob. Richter bestehen diese Krystalle aus:

		Sauerstoff.
Kieselsäure . . .	38,84	20,17
Thonerde . . .	25,45	11,89
Eisenoxyd . . .	10,88	3,26
Kalkerde . . .	22,62	6,46
Wasser	2,41	—
Summa	100,20	
Sauerstoffquotient	1,071 [2])	

Obgleich diese Zusammensetzung der normalen sehr nahe kommt: so bemerkt er doch, dafs die Krystallform eine sehr eigenthümliche, der des Augit aber ähnliche sei.

Ob dieses von Scheerer Paläoepidot benannte Mineral in Beziehung auf die oben von Blum angeführten Epidotpseudomorphosen nach einem Feldspath zu bringen sei, müssen wir dahingestellt sein lassen. Der bedeutende Wassergehalt im obigen Epidot deutet darauf hin, dafs pseudomorphische Processe im Gange waren.

Umwandlung des Labrador in Epidot. In einem Diabasporphyr des *Barranco de las Angustias* auf *Palma* fand Blum[3]) Labradorkrystalle, mehr oder weniger in Epidot umgewandelt. In den Rissen vieler derselben sieht man bald strahligen bald körnigen Epidot. Das Gestein selbst besteht aus einer sehr feinkörnigen

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCI. S. 387.

[2]) Angenommen, dafs das Eisen als Oxydul vorhanden sei: so reducirt sich der Sauerstoffquotient auf 1,028, und kommt daher dem normalen noch näher.

[3]) A. a. O.

grünlich grauen Diabasgrundmasse, welche vorherrscht, und in welcher Concretionen von dunkelgrünem Chlorit von der Gröfse eines Hirse- bis zu der eines Pfefferkorns zahlreich eingestreut sind, während dünne tafelartige Krystalle von Labrador weniger häufig auftreten.

Eisenkies, Kalkspath und Magneteisen finden sich darin mehr oder weniger vor. Auch in andern Gesteinen dieser Art fand er dieselben Verhältnisse.

Es hält schwer, sich eine richtige Vorstellung von den Umwandlungsprocessen des an Kieselsäure reichen Oligoklas in den an Kieselsäure armen Epidot zu machen. Entweder mufste ein Theil der Kieselsäure (23,86 %) fortgeführt oder Basen mufsten aufgenommen werden. Die Fortführung der Kieselsäure als solche ist nicht anzunehmen und ebenso wenig die Zuführung der Basen als solche.

Rosales[1]) analysirte einen Oligoklas von *Arendal*, welcher von allen bis damals untersuchten Oligoklasen den gröfsten Kalkgehalt (4,60 %) hatte. Er fand sich in Begleitung von Epidot. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, dafs jener Oligoklas schon in einer Umwandlung in Epidot begriffen war.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LV. S. 109.

Kapitel XXX.

Turmalin.

Vorkommen. Der schwarze Turmalin hat in geologischer Beziehung die wichtigste Bedeutung, da er unter allen Varietäten am häufigsten vorkommt. Er ist ein wesentlicher Gemengtheil des Turmalinschiefers und des Topasfels und kommt im Granit, wo er als Stellvertreter des Glimmer erscheint, im Gneifs, Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer, Hornblendegestein, körnigem Kalk, auf Magneteisenlagerstätten und auf Erzgängen vor.

Bildung. Sein Vorkommen auf Erzgängen mit Substanzen, welche durch Hitze zersetzt werden (Talk, Pyrophyllit mit seinen 5,6 % Wasser, Bitterspath, Eisenkies etc.) auf Gängen im Thonschiefer (*Cornwall*, zwischen *Bidschow* und *Turnau* in *Böhmen*), im Kalkspath (*Newlen* in den *Vereinigten Staaten*) und im Hornfels auf dem *Harze*, worin er theils deutlich ausgebildet ist, theils an der dunklen Färbung des Gesteins als inniger Gemengtheil erkannt wird, so wie in Drusenräumen, im Granit, im Topasfels mit Quarz, oder mit Topas und Steinmark (*Schneckenstein* bei *Auerbach* in *Sachsen*), und in Topaskrystallen in topasführenden Gängen (*Ilmengebirge*)[1], auf Klüften des Granit und Dolomit lassen keinen Zweifel an seiner Bildung auf nassem Wege übrig.

Der Turmalinschiefer in *Sachsen* besteht nach Freiesleben[2]) aus abwechselnden weifsen und schwarzen Lagen, von denen erstere aus höchst feinkörnigem Quarze, letztere aber aus eben so feinkörnigem schwarzen Turmalin bestehen, der gewöhnlich mit etwas Quarz, auch wohl mit Chlorit gemengt ist. Die Quarzlagen enthalten

[1]) G. Rose Reise. Bd. II. S. 82.

[2]) Geognost. Arbeiten. Bd. VI. S. 1 ff. und Magazin für die Oryktographie von *Sachsen*. Heft I. S. 105 ff.

grauen oder röthlichen, die Turmalinlagen schwarzen Glimmer. Diese beiden Lagen sind meist scharf begrenzt, bilden aber selten ebene, sondern wellenförmige und verworrene Flächen. Der Turmalinschiefer erscheint theils als eine Modification des Schiefergebirges da, wo dasselbe mit dem Granit in Berührung tritt, theils bildet er Gänge darin [1]).

Naumann macht aufmerksam auf die grofse Uebereinstimmung dieser Verhältnisse mit denen in *Cornwall* nach der Beschreibung von Forbes, Carne, Boase und Hawkins [2]).

Eine den Saalbändern parallele Streifenbildung, wie sie sich in den Turmalingängen so deutlich zeigt, halten wir für ein entschiedenes Kriterion einer Bildung auf nassem Wege. Es ist eine Schichtung, nicht aber eine horizontale, wie aus stehenden Gewässern auf horizontalem oder wenig geneigtem Boden, sondern in mehr oder weniger geneigter Lage, wie sie statthaben mufs, wenn Gewässer an Spaltenwänden langsam herabsickern und das Aufgelöste absetzen [3]).

Da sich der Turmalin nie in vulkanischen Gesteinen (Laven u. s. w.) findet: so liegt nicht ein einziger Beweis seiner pyrogenen Bildung vor; wir müssen daher die auf nassem Wege für die einzig mögliche halten.

Nach Klaproth [4]) erleiden die Turmaline im Porcellanofenfeuer einen Gewichtsverlust von 7 bis 15 %, wobei sie theils schmelzen, theils schlackig wurden, theils ungeschmolzen blieben. Nach Deville [5]) rührt der Glühverlust von Fluorbor her. Wenn man nicht der ungereimten Hypothese huldigt, dafs bei Bildung der Mineralien

[1]) In der Mineraliensammlung zu *Freiberg* habe ich Exemplare von Turmalinfels gesehen, welche gänzlich das Gepräge von Bildungen auf nassem Wege tragen. Die Kieselsaüre bildet das Cement.

[2]) Boase in Trans. of the geol. soc. of Cornwall. Vol. IV. p. 242.

[3]) In der I. Aufl. Bd. II. S. 446 u. s. w. haben wir gezeigt, wie eine den Wänden der Gänge parallele Bildung von Streifen im völligen Widerspruche mit der Vorstellung einer auf feuerflüssigem Wege aus der Tiefe aufgestiegenen Gangmasse steht.

[4]) Beiträge. Bd. I. S. 27 und 33.

[5]) Compt. rend. T. XXXVIII. p. 403.

auf plutonischem Wege flüchtige Bestandtheile durch Druck zurückgehalten werden: so wird man im vorliegenden so wie in vielen anderen Fällen die Verflüchtigung von Bestandtheilen aus einem Mineral in der Glühhitze für einen stringenten Beweis gegen eine solche Bildung gewifs gelten lassen.

Die Erscheinung, dafs die Turmalinkrystalle manchmal zerbrochen und durch Quarz wieder verkittet sind, ist bekannt. An zwei ausgezeichneten Exemplaren, schwarzer Turmalin im Quarz von *Gielhof* in *Mähren*, und an einem in acht Theile zersplitterten Turmalinkrystall vom *St. Gotthardt* beobachtete ich folgende Verhältnisse. Die Kraft, welche den ersten Turmalinkrystall zerbrach, hatte in der Richtung zweier, unter einem rechten Winkel sich schneidenden Ebenen gewirkt, so dafs nicht blos die Seitenkante sondern auch die blosgelegte obere Fläche einen stumpfen Winkel bildete. Im zweiten Turmalinkrystall lag jedes Bruchstück in einer etwas veränderten Richtung. In einer Stufe von *Sterzing* in *Tyrol* waren die im Quarz und Granit liegenden Turmaline zerbrochen und die Bruchflächen standen 1 Linie weit auseinander. In einer andern, aus dem Granite von *Kasernen* in *Mähren*, waren kleine Turmaline durchbrochen und die Zwischenräume theils mit Feldspath (also ein Infiltrationsproduct, wie gar nicht selten) theils mit Quarz ausgefüllt. Die Turmalinkrystalle mufsten schon erhärtet gewesen sein, als die Quarzmasse noch ganz weich war; denn man sieht sowohl Eindrücke, welche jene in dieser hervorgebracht haben, als auch Sprünge in den Turmalinkrystallen, welche nicht ganz durch dieselben setzen, sondern sich auskeilen, bis zur Spitze des Keils mit Quarz erfüllt. Dies setzt einen sehr dünnflüssigen Zustand der Quarzmasse voraus.

Nehmen wir für einen Augenblick an, Turmalin und Quarz seien Bildungen auf feuerflüssigem Wege: so vermögen wir nicht einen sehr dünnflüssigen Zustand des Quarzes, welcher eine aufserordentlich hohe Temperatur fordern würde, mit der viel leichteren Schmelzbarkeit des Turmalin zu einigen. — Mag man annehmen, Turmalin und Quarz hätten sich aus einer gemeinschaftlichen feuerflüssigen Masse ausgeschieden, oder der bereits gebildete und

erhärtete Turmalin sei später von geschmolzener Kieselsäure umhüllt worden: in beiden Fällen konnten die Krystalle des ersteren doch erst zerbrochen werden, als der Quarz anfing zu erhärten. Wie konnte aber eine erhärtete Quarzmasse zwischen die feinsten Sprünge des Turmalin treten und sie ausfüllen? — Wäre endlich der Quarz als eine geschmolzene dünnflüssige Masse erst später mit dem Turmalin in Berührung gekommen: so würde er ohne Zweifel den Turmalin, besonders wenn er wie der rothe in Säulen von der Dicke einer Stricknadel in grofsen Massen Quarz eingeknetet gewesen wäre, zum Schmelzen gebracht haben, da die Masse des Quarzes in der Regel die des Turmalin bei weitem überwiegt. Es würde dasselbe geschehen sein, wie wenn etwa eine grofse Menge geschmolzenen Eisens mit einer geringen ungeschmolzenen Kupfers zusammenkäme.

Ohne Schwierigkeit erklärt sich die Erscheinung der zerbrochenen und durch Quarz wieder zusammengekitteten Turmalinkrystalle durch die Annahme, dafs jener in wässriger Auflösung diese umhüllt habe. So wie der Krystall an einer Seite mit dem Quarze zusammengekittet war: so mufste er den durch Erhärten des letzteren veranlafsten Biegungen folgen, bis er, nicht mehr nachgebend, zerbrach. Wurden dem zerbrochenen Krystall noch fortwährend Gewässer, Kieselsäure in Auflösung enthaltend, zugeführt: so setzte sich neuer Quarz zwischen die Bruchstücke, wenn die Zwischenräume auch noch so eng waren; denn wohin noch Wasser dringen kann, wird auch Kieselsäure geführt.

Das Zerbrechen der Turmalinkrystalle konnte eine Folge des an ihnen adhärirenden und sich während der Erhärtung zusamenziehenden Quarzes, oder einer späteren Senkung durch den Druck darüber liegender Massen sein. Wenn aber letzteres der Fall wäre: so hätte die Quarzmasse gleichzeitig mitbrechen müssen. Man könnte dagegen freilich einwenden, dafs ebenso wie die Bruchflächen der Turmaline, auch die Sprünge im Quarze mit Quarz ausgefüllt worden seien, dafs letzteres aber nicht wahrgenommen werden könne. Schwerlich würde jedoch der Turmalin, wie jener vom *St. Gotthardt*, durch eine Sen-

kung der darüber liegenden Massen in acht kurze Theile ohne weitere Zersplitterung zerbrochen sein.

Welche Adhäsionskraft manche in Wasser lösliche Stoffe haben, wenn dieselben durch Verdunstung desselben erhärten, zeigt bekanntlich das Eiweifs. Eiweifs in Gefäfsen von Glas oder Porcellan in gewöhnlicher Temperatur verdunstend, zerspringt während der Erhärtung und rollt sich auf, wobei sich gewöhnlich Stücke vom Glase oder Porcellan ablösen, und dem sich aufrollenden Eiweifs anhängen. Thierischer Leim zeigt dieselbe Erscheinung. Diese Wirkungen setzen eine ungeheure Adhäsionskraft voraus, weil die Cohäsion solcher dichter Körper, wie Glas und Porcellan überwunden werden mufs. Die schwache Kraft, welche erforderlich ist, um Turmalin-Säulen zu zerbrechen, ist damit gar nicht zu vergleichen.

Turmalin kommt auch häufig in Quarz eingeschlossen vor, aber nie in vollkommen ausgebildeten Krystallen; in Drusen findet er sich dagegen häufig in ungestörten Krystallen mit Quarz. In beiden Fundorten ist der Turmalin die ältere Bildung [1]).

Die so sehr verschiedene Färbung der Turmaline (weifs, roth, blau, grün, gelb, braun, schwarz) ist besonders defshalb merkwürdig, weil nicht selten derselbe Krystall verschieden gefärbt erscheint, oder verschieden gefärbte Krystalle sich gegenseitig umschliefsen. Die ausgezeichnetsten Krystalle dieser Art liefert *St. Pietro* auf der Insel *Elba*. Es finden sich rosenrothe, am Ende nicht selten farblose Krystalle, in denen oft eine kleine röthliche Schicht das Wasserhelle trennt, ferner Krystalle, am untern Ende schwarz, in der Mitte gelblichgrün und am obern Ende rosenroth, in denen sich die Farben schwarz und grün meist scharf abschneiden, grün und rosenroth aber häufig in einander übergehen; dann Krystalle, am aufgewachsenen Ende rosenroth, die ins Olivengrüne übergehen, und am obern Ende mit einer dünnen, scharf abgeschnittenen schwarzen Schicht bedeckt sind, oft von ziemlicher Gröfse, endlich Krystalle, am aufgewachsenen Ende schwärzlichgrün, die ins Wasserhelle übergehen und

[1]) Breithaupt Paragenesis. S. 56.

am freien mit einer scharf abgeschnittenen schwarzen Schicht bedeckt sind. In *Chesterfield* und *Goshen* in den *Vereinigten Staaten* sind häufig rothe Krystalle in grünen eingeschlossen, und nicht selten findet sich eine kleine Lage Talk zwischen dem eingeschlossenen und einschliefsenden Krystalle. Häufig umhüllt ein grüner Turmalinkrystall mehrere rothe; der blaue schliefst auch grüne, und der grüne blaue Krystalle ein [1]).

In den Drusen eines Granit, der bei *Schaïtansk* gangförmig im Serpentin aufsetzt, finden sich kleine durchsichtige, an einem Ende zerbrochene Krystalle, die hier lichte olivengrün bis leberbraun, am krystallisirten Ende kermesinroth sind. Andere sind am zerbrochenen Ende kermesinroth und am freien olivengrün, bis aûf eine sehr dünne Schicht an der Endfläche, die wiederum roth ist. Andere gröfsere Krystalle sind am freien Ende lichtviolblau und durchsichtig, am andern dunkelviolblau bis fast schwarz und undurchsichtig. Oefters schliefsen die Krystalle, besonders wenn sie eingewachsen sind, anders gefärbte Kerne ein, und es sind am häufigsten braune, mehr oder weniger dunkelgefärbte Krystalle, die von rothen Hüllen umgeben sind [2]).

Man sieht, die Farbe dieser Turmaline steht in keiner Beziehung zu ihrem zerbrochenen oder nicht zerbrochenen Zustande. Die ungleiche Färbung eines und desselben Krystalls, das Eingeschlossensein anders gefärbter Kerne deutet unverkennbar auf eine sehr langsame Bildung aus Materialien, deren Zusammensetzung sich oft plötzlich verändert haben dürfte. Die rothen Turmaline sind eisenfrei, aber ziemlich manganreich. Dafs die rothe Farbe durch Manganoxyd bedingt werde, ist wohl wahrscheinlich, aber keineswegs erwiesen (Rammelsberg).

Vor dem Löthrohre entfärben sich die braunen und

[1]) G. Leonhard Handwörterbuch. S. 515 und 517.

[2]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. I. S. 461. — In dem Innern mancher Krystalle findet sich bisweilen die merkwürdige Erscheinung, dafs von derselben Substanz knoten- oder kugelähnliche Ausscheidungen liegen, die sich ablösen lassen, an denen sich die Spaltbarkeit abstöfst, welche ein geringeres specifisches Gewicht haben und einer Elektricitätserregung durchaus nicht fähig sind.

rothen Turmaline, die grünen zum Theil, zum Theil werden sie graugelb oder bräunlich. Bei weitem die meisten schwarzen, braunschwarzen und blauschwarzen werden theils grünlichweifs, theils bräunlichgelb, theils hellgrau, graubraun, braunroth, theils schwarz. Im Allgemeinen sind es die eisenreichen, welche die genannten verschiedenen Farben zeigen; daher scheint es auch zu rühren, dafs zwei schwarze Turmaline (vom *Zillerthal* und von *Godhaab* in *Grönland*) sich vor dem Löthrohr entfärben; denn diese gehören zu denjenigen, welche den geringsten Eisengehalt besitzen. Vielleicht sind es auch manchmal organische Substanzen, von denen die Farbe in denjenigen Turmalinen herrührt, welche sich vor dem Löthrohre entfärben.

Die früheren Analysen der Turmaline zeigten ein bedeutendes Schwanken in ihrer Zusammensetzung. Blum bemerkt ganz richtig, dafs die Neigung zur Umwandlung, namentlich in Glimmer, wenigstens in manchen Fällen, jenes Schwanken in der Zusammensetzung zu veranlassen scheine. Wenn daher vom ersten Momente der Umwandlung bis zu ihrer gänzlichen Vollendung die Form beibehalten wird, wenn sogar die verschiedene Färbung auf eine verschiedene Mischung an demselben Krystall schliefsen läfst: so haben wir es mit unendlich verschiedenen Mischungsverhältnissen zu thun; mithin kann nicht mehr von bestimmten die Rede sein.

Zusammensetzung. Rammelsberg[1]) bereicherte die Wissenschaft mit 30 mit grofser Genauigkeit ausgeführten Analysen von Turmalinvarietäten, wobei er seine besondere Sorgfalt auf die Bestimmung der Borsäure und der relativen Mengen von Eisenoxydul und Eisenoxyd richtete. Aus diesen 30 Analysen ergab sich das mittlere Verhältnifs des Sauerstoffs der Borsäure zu dem der Kieselsäure = 1 : 3,5. Mit Ausnahme von 4 Analysen kommt diesem Verhältnisse das in den übrigen Analysen ziemlich nahe, obwohl die Menge der Kieselsäure in den einzelnen Turmalinen durchaus nicht dieselbe ist.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXX. S. 449 u. s. w. und Bd. LXXXI. S. 1 u. s. w.

Rammelsberg hält dafür, dafs dieser Umstand für die gegenseitige Vertretung beider Säuren spreche.

Die Sesquioxydbasen der Turmaline sind: Thonerde, Eisen- und Manganoxyd, unter denen die erstere fast immer aufserordentlich vorherrscht. Die Monoxydbasen sind: Eisenoxydul (Manganoxydul) Magnesia, Kalkerde und Alkalien. Unter den letzteren herrscht Natron vor; neben ihm fehlt aber auch Kali keinem Turmalin. Lithion findet man dagegen nur in den grünen und rothen Varietäten.

Aus der Zusammenstellung der Sauerstoffproportionen der Monoxydbasen, der Sesquioxydbasen, der Kieselsäure und Borsäure ergibt sich, dafs diese Proportionen nicht in allen Turmalinen dieselben sind. Rammelsberg bringt sie in fünf Gruppen, denen wir die Sauerstoffquotienten zufügen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Monoxydbasen	1	1	1	1	1
Sesquioxydbasen	3	4	6	9	12
Kieselsäure und Borsäure	5	6	8	12	15
Sauerstoffquotient	0,8	0,833	0,875	0,833	0,866

I. Gelbe und braune Turmaline, welche sehr wenig Eisen, dagegen das Maximum von Magnesia enthalten.

II. Schwarze Turmaline mit mittlerem Eisengehalt und mittlerem Magnesiagehalt.

III. Die schwärzesten Turmaline mit dem gröfsten Gehalt an Eisen und (unter den bisherigen) mit dem geringsten an Magnesia.

IV. In dieser Gruppe steht ein schwarzer (eigentlich violetter) Turmalin, ein blauer und sämmtliche grüne Turmaline, fast alle Lithion enthaltend, zugleich aber Eisen und Mangan.

V. Rothe Turmaline, welche Lithion enthalten und frei von Eisen sind.

Im Folgenden theilen wir aus Rammelsberg's Analysen für jede dieser fünf Gruppen die Zusammensetzung eines Turmalin mit.

	Gruppe I.	II. a.	II. b.	III.	IV.	V.
Fluor	2,28	1,78	1,95	1,64	2,00	2,58
Phosphorsäure	Spur	Spur	—	0,12	—	0,27
Kieselsäure	38,85	37,50	36,55	36,51	38,47	38,33
Borsäure	8,25	7,94	4,87	7,62	7,69	9,00
Thonerde	31,32	30,87	32,46	32,92	40,93	43,15
Eisenoxyd	1,27	8,31	11,03	8,13	3,08	—
Eisenoxydul	—	1,06	0,50	9,51	—	—
Manganoxydul	—	—	—	0,11	1,55	1,12
Magnesia	14,89	8,60	8,51	0,78	1,21	1,02
Kalk	1,60	1,61	1,80	0,72	0,88	—
Natron	1,28	1,60	2,28 (Natron und Kali)	1,36	2,36	2,60
Kali	0,26	0,73		0,58	0,36	0,68
Lithion	—	—	—	—	1,47	1,17
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,92

I. Brauner Turmalin von *Gouverneur* (*New-York*). Er ist unter allen der an Magnesia reichste.

II a. Schwarzer Turmalin in Quarz von *Haddam* (*Connecticut*).

II b. Schwarzer Turmalin, ein grofser Krystall, in Begleitung mit Chrysoberyll aus einem Granitgange in Gneifs, von demselben Fundorte, erschien etwas zersetzt. Seine Flächen waren zwar noch grofsentheils glatt und glänzend; allein von Höhlungen unterbrochen, welche von Eisenocher und vorzüglich von Glimmerblättchen ausgefüllt waren. Letztere fanden sich auch zahlreich im Innern, und die Ablösungsflächen waren von Eisenoxyd roth gefärbt. Der gelbe Quarz, welcher diesen Turmalin begleitete, war je näher dem Turmalin, um so dunkler gefärbt. Zwischen beiden lag Talk oder Chlorit.

III. Schwarzer Turmalin vom *Sonnenberg* bei *Andreasberg* am *Harz*. Er findet sich in einem an Drusen reichen Granit, dessen Feldspath sehr zersetzt ist. Die Masse dieses Turmalin war sehr hart und frisch, und frei von sichtbaren Einmengungen. Er ist der eisenreichste unter allen Turmalinen.

IV. Grüner Turmalin von *Paris* in *Maine*. Er bildete im rothen Turmalin den Kern, der ziemlich scharf begrenzt war [1]).

[1]) Nach Dana kommen dort auch rothe Turmaline in grünen

V. Rother Turmalin, welcher mit dem eben genannten zusammen vorkommt, diesen aber an Menge übertrifft[1]).

Die beiden letzteren weichen in ihrer Zusammensezzung sehr wenig von einander ab. Der gröfste Unterschied zeigt sich darin, dafs V eisenfrei, IV aber eisenhaltig war, während das Mangan in beiden nahe gleich viel betrug. Hier ist es sehr wahrscheinlich, dafs der ungleiche Gehalt dieser beiden Oxyde die verschiedene Farbe bedingte.

Rammelsberg schliefst aus seinen zahlreichen Analysen auf eine entschieden verschiedene Zusammensetzung der Turmaline. Ist ihre Krystallform dieselbe: so zeigen sie evident, dafs gleiche Form nicht an eine analoge Zusammensetzung geknüpft ist, wie in den gewöhnlichen Fällen von Isomorphie (S. 286).

Er bezeichnet die Turmaline als Verbindungen von 1 Atom Bisilicaten (und Boraten) oder Trisilicaten (und Boraten) der Monoxydbasen mit 3,4 oder 6 At. Singulosilicaten (und Boraten) der Sesquioxydbasen. Es gelang ihm also nicht, die sämmtlichen Turmaline unter eine einzige Formel zu bringen.

Vergleichen wir dagegen die Sauerstoffquotienten mit einander: so kommen wir auf sehr geringe Unterschiede, von denen wir wohl annehmen können, dafs sie vorzugsweise gegründet sind in einer ungenauen Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens und des Mangan. Rammelsberg bemerkt selbst dafs die Bestimmung der relativen Mengen von Eisenoxyd und Oxydul sehr schwer, ja in aller Strenge bis jetzt nicht möglich ist, und dafs es gleichfalls sehr schwer, wo nicht unmöglich ist, die Oxydationsstufe des Mangan zu bestimmen, selbst wenn Eisen nicht gleichzeitig vorhanden ist. Aber auch die Borsäure mag Antheil an jenen Unterschieden nehmen, indem Rammelsberg genöthigt war, sie fast in allen Fällen aus dem Verluste zu berechnen. Endlich verkennt

eingeschlossen vor, oder ein Krystall ist grün an dem einen, roth am andern Ende.

[1]) Es war also wohl der rothe Turmalin, in welchem der grüne eingeschlossen war.

er auch nicht die oft sehr schwierige Unterscheidung, ob sich die zur Analyse angewendeten Turmaline noch in ihrem ursprünglichen Zustande befunden haben. Aeufsere Form, selbst Glanz und Spaltbarkeit können noch vorhanden sein oder sich doch nur unmerklich geändert haben, und doch schon merkliche chemische Veränderungen eingetreten sein, welche die Analyse findet; es bedarf daher grofser Aufmerksamkeit auf Härte, Beschaffenheit der inneren Masse, Wassergehalt u. s. w., um manchmal in partieller Umwandlung begriffene Turmaline zu erkennen.

Dafs sich in den Sauerstoffquotienten der Turmaline eine Gesetzlichkeit zeigt, kann Niemand verkennen. Das Mittel aus denselben = 0,841, kann für den allgemeinen Ausdruck ihrer Zusammensetzung gelten. Vollständig genügt man den Analysen, wenn man den Sauerstoffquotienten zwischen Minimum und Maximum, 0,8 bis 0,875, einschliefst. Das Verhältnifs des Sauerstoffs sämmtlicher Basen zum Sauerstoff der Kieselsäure und Borsäure ist demnach ein nahe constantes, und dies scheint zu beweisen, dafs die Theilung der Basen in stärkere und schwächere nur eine der Willkür unterworfene künstliche ist.

Rammelsberg bemerkt, dafs sich der Sauerstoff der sämmtlichen Basen und der Borsäure zum Sauerstoff der Kieselsäure verhält wie 4 : 3, und dafs die gröfsten Abweichungen unter den einzelnen Turmalinen sind wie 4,3 : 3 und 3,8 : 3. Da das Sauerstoffverhältnifs zwischen der Borsäure und Kieselsäure ein nahe constantes ist: so ist klar, dafs man auch auf nahe constante Verhältnisse kommen mufs, mag man den Sauerstoff der Borsäure zu dem der Basen oder zu dem der Kieselsäure, wie wir gethan haben, addiren.

Die Turmaline enthalten nur wenig hygroskopische Feuchtigkeit; beim Glühen entweicht aber Fluorsiliciumgas. Sie werden nach v. Kobell als Pulver von Salzsäure nicht angegriffen, von Schwefelsäure aber unvollkommen zersetzt. Das Pulver der geschmolzenen wird durch längere Digestion mit concentrirter Schwefelsäure fast vollkommen zersetzt. Rammelsberg fand, dafs sie nach starkem Glühen auch von Flufssäure vollkommen zersetzt werden.

Die Turmaline zeichnen sich aus durch besondere optische und elektrische Verhältnisse, nämlich in der Ebene der Hauptaxe polarisirtes Licht nicht, oder wenigstens nur sehr unvollständig durchzulassen, und nach dem Reiben oder Erwärmen polarisch elektrisch zu werden, wobei die Krystallaxe mit der elektrischen zusammenfällt. Rammelsberg[1]) stellte Beobachtungen über einige optische Eigenschaften der Turmaline an, um etwa stattfindende Unterschiede für die von ihm aufgestellten fünf Gruppen zu ermitteln. Breithaupt fand, dafs in den mit Quarz verwachsenen Turmalinen die längeren Krystallbruchstücke am elektronegativen Pole fester, als am elektropositiven Pole verwachsen seien.

Glimmer in Formen von Turmalin. Es ist nichts seltenes, dafs Krystalle, namentlich von schwarzem Turmalin, mit Glimmerblättchen überzogen sind. Auch findet man letztere zuweilen mit Sprüngen parallel den Queraxen, die zum Theil mit Glimmermasse erfüllt sind; ja man hat den Glimmer selbst in der Form des Turmalin getroffen [2]). Von einer Umwandlung des Turmalin in Glimmer gibt Ficinus[3]) bestimmte Nachricht. Im Granit zu *Kleinchursdorf* finden sich nämlich häufig Turmalinkrystalle, welche schuppenförmig mit silberweifsem Glimmer bedeckt sind. Letzterer dringt auch in die Masse des Turmalin ein. Am merkwürdigsten sind diejenigen Säulen, welche im Aeufsern dem Turmalin gleichen, innen aber aus silberweifsem und graulichem Glimmer bestehen, bisweilen auch noch in ihrer Mitte einen Kern von Turmalin zeigen. Noch andere dieser Krystalle sind hohl und innen mit kleinen, sechsseitigen Glimmertafeln drusig bekleidet.

Eine Umwandlung des Turmalin in Glimmer beobachtete Blum auch an den Turmalinen im Granit der Gegend von *Heidelberg* und des *Hörlberges* in *Baiern*.

[1]) A. a. O. S. 36.

[2]) Blum a. a. O. S. 94.

[3]) Schriften der Gesellschaft für Mineralogie zu *Dresden* 1819. Th. II. S. 212. Ausgezeichnete Pseudomorphosen dieser Art habe ich bei Breithaupt gesehen.

Manche Turmaline des letzteren Vorkommens zeigen Farbe, Härte und Glanz nur da, wo sie noch keine Umwandlung erlitten haben; wo diese aber eingetreten ist, sind diese Stellen bräunlich, glanzlos und sehr weich, so dafs solche Krystalle durch die Verschiedenheit der Farbe und des Glanzes eine gefleckte Oberfläche haben. Ich fand schwarze Turmaline, welche innig mit Glimmer gemengt waren.

Zu *Crafton* in *New-Hampshire* findet sich schwarzer Turmalin, welcher breit gedrückt zwischen grofsen Glimmerlamellen liegt [1]). Der oben (S. 551) erwähnte schwarze Glimmer in den Turmalinlagen dürfte wohl, wie der eben erwähnte ein Umwandlungsproduct des Turmalin sein. Seine ganz verschiedene Färbung von dem in den Quarzlagen enthaltenen Glimmer deutet wenigstens darauf, dafs beide Glimmer von verschiedener Bildung sind.

Der rothe Turmalin vom Berge *Hradisko* bei *Rozena* in *Mähren* unterliegt, wie Blum zeigt, einer Umwandlung in Lithionglimmer: es zeigen sich ganz ähnliche Erscheinungen, wie bei der Umwandlung des schwarzen Turmalin. Dieser rothe Turmalin kommt im Granit meist in Lepidolith oder Quarz eingewachsen vor. Im letzteren Falle springen die Krystalle beim Zerschlagen oft aus dem Quarze heraus und hinterlassen dann gewöhnlich Eindrücke, welche mit einer feinen, weifsen, glimmerartigen Masse überzogen sind. An manchen Krystallen bildet eine ähnliche Masse das eine Ende, während das andere noch seine natürliche Frische besitzt. Ihre pfirsichblüthrothe Farbe geht in eine gelblich- oder grünlichweifse über; sie erscheinen matt oder nur wenig glänzend und weich. Aufsen besitzen sie oft noch ihre gewöhnliche Farbe, Härte und ihren Glasglanz, während eine weifsliche, gelbliche oder manchmal auch grünliche Glimmermasse den Kern bildet. Die Krystalle haben meist viele Quersprünge, in denen Glimmerblättchen liegen. Auch nehmen letztere mehr oder weniger die ganze Form des Turmalin an, und Theilchen desselben sind mit jenen im Gemenge. Die Glimmermasse ist übrigens fast nie ganz rein, sondern gewöhnlich noch mit Turmalinkörnchen ge-

[1]) Breithaupt a. a. O. S. 707.

mengt; auch zeigt sie nur äufserst selten die rothe Farbe des Lepidolith.

Ein Bruchstück eines rothen Turmalin von *St. Pietro* auf *Elba* mit unregelmäfsigen Flächen in meiner Sammlung zeigt die Umwandlung sehr vollständig. Diese Flächen sind mit weifsen, hier und da etwas ins Grünliche spielenden Glimmerblättchen belegt. Beim Zerschlagen spaltete sich das Bruchstück und die Spaltungsflächen waren gleichfalls mit Glimmerblättchen so vollkommen bedeckt, dafs auf ihnen nichts von dem unterliegenden pfirsichblüthrothen Turmalin zu sehen war. Letzterer war völlig glanzlos, erdig und liefs sich mit dem Messer schaben. Man sieht an diesem Bruchstücke sehr deutlich, wie die Umwandlung theils von den äufsern Flächen, theils von den Spaltungsflächen ausgegangen ist, und wie es ohne Zweifel die zwischen letztere eingedrungenen Gewässer waren, welche die Umwandlung bewirkt haben.

Im Mineraliencabinet zu *Berlin* fand ich rothe Turmalinkrystalle, die der Länge nach grüne Streifen hatten. Der Feldspath in der Nähe war kaolinartig. Der Quarz hatte einen ocherigen Ueberzug, welcher von ganz zersetztem Turmalin herrührte. Glimmerblättchen zeigten sich fast nur auf dem Turmalin und manchmal sehr häufig; dagegen sehr selten auf dem angrenzenden sehr zersetzten Feldspath, und wo sie waren, erblickte man nicht selten noch ein kleines Fragment von rothem Turmalin.

Rammelsberg führt unter den von ihm analysirten 30 Turmalinvarietäten 12 an, in deren Höhlungen auf der Oberfläche, theils auf Ablösungsflächen, theils auf Bruchflächen, theils in der Turmalinmasse selbst Glimmerblättchen gegenwärtig waren. Bemerkenswerth ist, dafs nur die schwarzen, braunen und rothen Turmaline, nicht aber die grünen Glimmerblättchen enthielten. Rothe Turmalinkrystalle von *Elba*, welche trübe und zerbrechlich waren, waren stets mit Glimmer bekleidet, der auch in die Masse selbst eindrang. Rammelsberg fand, indem er Blum's und meine Ansichten über die Umwandlung des Turmalin in Glimmer (I. Aufl. Bd. II. S. 438 u. s. w.) verfolgte, dafs stets, wo diese Merkmale der Veränderung bei den Turmalinen sich zeigen, wo sie mürbe

und die Flächen rauh und drusig erscheinen, sowie Glanz und Durchsichtigkeit sich verlieren, Glimmerblättchen auftreten.

In Beziehung auf die chemischen Verhältnisse bei der Umwandlung des Turmalin in Glimmer verweisen wir auf Kap. XXXVII. Dort werden wir auch ein merkwürdiges Vorkommen von Turmalinen in grofsen Glimmertafeln kennen lernen.

Folgendes thut dar, dafs die Umwandlung des Turmalin in Glimmer eine Erscheinung ist, welche eine geologische Bedeutung hat.

Breithaupt[1]) bemerkt, dafs es Granite gibt, in denen die von Turmalinkrystallen zurückgelassenen Räume mit Glimmer, meist Lepidolith, ausgefüllt sind. In andern Stücken findet man die Räume zum Theil mit Glimmer, und endlich auch solche, welche blos mit Turmalin ausgefüllt sind. So kommen zu *Dekalb* in *New-York* im Granit Massen von schwarzem Turmalin vor, derb mit stänglicher Zusammensetzung, welche von grünlich weifsem Glimmer überzogen sind, der auch zwischen die einzelnen Stengel eingedrungen ist und sie von einander trennt. An einzelnen Stellen zieht sich auch der Glimmer in den Turmalin hinein und bildet selbst hier und da Gemenge mit demselben, so dafs man auch hier deutlich sieht, wie jener aus diesem entstanden ist[2]).

Ueber die Beziehungen des Glimmer zum Turmalin finden wir in Naumann's Erläuterungen[3]), nach Oehlschlägel's Beobachtungen, mehrere beachtungswerthe Erscheinungen.

Tamnau[4]) beschreibt eine theilweise Umwandlung eines grofsen Turmalinkrystalls zu einer dunkelgrünen pinitähnlichen dickblättrigen Masse.

Chlorit in Formen von Turmalin. G. Rose[5]) beschreibt einen Chloritschiefer in der Gegend des Dorfes *Kassoïbrod*, welcher schwarzen Turmalin in meist ex-

[1]) A. a. O. S. 697.
[2]) Blum erster Nachtrag. S. 28.
[3]) Heft II. S. 190 ff. und 201 ff. Erste Aufl. Bd. II. S. 443 u. s. w.
[4]) Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Bd. X. S. 12.
[5]) Reise. Bd. I. S. 256.

centrisch zusammengehäuften, dicken, säulenförmigen Krystallen, an deren Enden, gleichsam als Fortsetzung derselben, säulenförmige Bildungen von schuppigem Chlorit sich finden, die wie der Turmalin in Chloritschiefer eingewachsen sind und fast das Ansehen haben, als wären sie unvollkommene Pseudomorphosen von Chlorit in der Form des Turmalin. Solcher säulenförmiger Chlorit findet sich auch ohne Turmalin noch häufiger, und manche Stücke Chloritschiefer scheinen aus lauter excentrisch-zusammengehäuften stänglichen Zusammensetzungsstücken zu bestehen. Eine ähnliche Beobachtung machte er auch an einem andern Chloritschiefer der dortigen Gegend. In diesem Chloritschiefer, der eigentlich nur ein grobes schuppigkörniges Gemeng von vorwaltenden lauchgrünen Chloritblättchen mit tombackbraunen Glimmerblättchen ist, liegen durch einander lange, meist geradlinige Cylinder von weifsen Talkblättchen, welche um eine Längenaxe geordnet sind. Turmaline und überhaupt andere als die genannten sind in diesem Chloritschiefer nicht eingewachsen, so dafs hier die Erklärung dieser eingewachsenen Talkcylinder noch schwieriger wird. Auch wurde G. Rose[1]) auf eine Umwandlung des Turmalin in Chlorit im Chloritschiefer mit eingewachsenem Turmalin von *Pfitsch* in *Tyrol* aufmerksam.

Die Umwandlung des Turmalin in Chlorit besteht hauptsächlich darin, dafs Magnesia und Wasser aufgenommen und die Alkalien verdrängt werden[2]). Je nachdem sich Chlorit oder Ripidolith bilden, wird Thonerde in gröfserer oder geringerer Menge ausgeschieden. Borsäure findet sich in den bisher analysirten Chloriten nicht; es wäre daher interessant, in dem durch Umwandlung des Turmalin gebildeten Chlorit nach ihr zu suchen. Ueberhaupt dürfte aus einer vollständigen vergleichenden Analyse des Turmalin an dem einen Ende des Krystalls und des Chlorit am andern der Umwandlungsprocefs näher zu ermitteln sein[3]).

[1]) A. a O. Bd. II. S. 502.

[2]) In einigen Varietäten fand indefs v. Kobell noch Spuren von Alkali.

[3]) Eine Pseudomorphose von Chlorit in Formen von Turmalin

Speckstein in Formen von Turmalin. Diese Pseudomorphose beobachtete Blum[1]) am rothen Turmalin von *Rozena*. Die Umwandlung beginnt in der Regel an einem Ende des Krystalls; sie verbreitet sich mehr über die Oberfläche als in das Innere. Auch im Granit von *Thiersheim* finden sich Andeutungen der Umwandlung des schwarzen Turmalin in eine lauchgrüne, specksteinartige Masse.

Zersetzungen der Turmaline. Der Verlust des gewöhnlich starken Glanzes scheint der Anfang ihrer Veränderungen zu sein. Hierbei zeigen sich zuweilen gewisse Flächen matt, selbst rauh, gekerbt oder löcherig, während andere noch ihren vollen Glanz haben. Manchmal ist dieselbe Fläche an einem Ende glänzend, am andern matt oder rauh. In den Löchern erscheint ein brauner Ueberzug und meist Glimmerblättchen auf demselben; was ich an einer grofsen Anzahl von Turmalinen beobachtet habe. In der Vertiefung eines Turmalin fand Rammelsberg eine röthliche thonige Masse mit einigen Glimmerblättchen. An einer stark zerfressenen Stelle eines grofsen Turmalinkrystalls fand ich ein Gemeng von Turmalin und Glimmer.

Die Analyse eines aus schwarzem Turmalin hervorgegangenen silberweifsen Glimmer (Kap. XXXVII) zeigt eine Verminderung des Eisenoxyd um 8 % an. Meist ist dieser pseudomorphe Glimmer silberweifs; Blum führt jedoch einen dunkel grünlichgrauen und leberbraunen und Rammelsberg einen gelblichweifsen und schwarzen Glimmer in Höhlungen von schwarzem Turmalin an. Der weifse Glimmer gehört aber zu den eisenarmen. Die Umwandlung eines schwarzen eisenreichen Glimmer in weifsen Glimmer setzt daher eine theilweise Ausscheidung von Eisenoxyd voraus, und dies ist in Uebereinstimmung mit dem Zusammenvorkommen von Eisenoxydhydrat und Glimmer an zersetzten Stellen der Turmaline.

Ist die Annahme gestattet, dafs der Turmalin II b. (S. 558) ursprünglich dieselbe Zusammensetzung hatte wie der Turmalin II a.: so würde sich aus der Vergleichung

findet sich in Edinb. Mus. of Nat. History. Theils erscheint der Chlorit als Ueberzug auf Turmalin, theils geht er in das Innere desselben über.

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 134.

beider Analysen ergeben, dafs ein Theil der Borsäure ausgeschieden und dagegen Eisenoxyd aufgenommen wurde, übrigens keine andere wesentliche Veränderung eingetreten war. Die Gegenwart von Glimmerblättchen, sogar im Innern des Turmalin, zeigt unverkennbar eine bereits begonnene Umwandlung in Glimmer. Wären diese Glimmerblättchen analysirt worden, und hätte sich ein viel geringerer Eisengehalt in ihnen als im Turmalin ergeben: so würde auf eine Ausscheidung von Eisenoxyd, in Folge der theilweisen Umwandlung in Glimmer, zu schliefsen sein. Der Eisenocher in den Höhlungen würde dann von dieser Ausscheidung herrühren; ein Theil davon könnte aber in die Masse des Turmalin selbst gedrungen sein und den gröfseren Eisengehalt bedingt haben.

Wäre in der Beschreibung die Farbe des Glimmer angegeben, so würde sich ergeben, ob er Kali- oder Magnesiaglimmer war, und dann könnte mit einiger Sicherheit geschlossen werden, ob der vorausgesetzte Procefs wahrscheinlich ist oder nicht.

Reuss [1]) beschreibt einen Turmalin, dessen Flächen der dreiseitigen Säule stark vertical gestreift und in den Furchen mit Eisenoxydhydrat bedeckt sind. Sämmtliche Krystallflächen sind übrigens an hervorragenden Theilen ziemlich glänzend. Der Peripherie zunächst ist eine 0,5 Linie dicke Lage vollkommen wohl erhalten und frisch. Im Innern ist aber der Krystall den Prismenflächen parallel von vielen Spalten und Höhlungen durchzogen, so dafs nur ein poröses Turmalinskelett übrig geblieben ist, dessen Lücken mit Eisenoxydhydrat erfüllt sind. Es wurden daher alle Bestandtheile des Turmalin bis auf das Eisenoxyd fortgeführt [2]). Von Glimmer wird nichts angeführt.

Hermann [3]) behauptete die Gegenwart von Kohlensäure in fast allen Turmalinen, während er die des Fluor läugnete. Rammelsberg konnte aber unter den 30 von

[1]) Lotos Zeitschrift für Naturwissenschaften. Jahrg. III. S. 239.

[2]) Eine Analyse desselben ist jedoch zur Entscheidung, ob dieses Eisenoxyd wirklich ganz frei von den übrigen Bestandtheilen ist, sehr wünschenswerth.

[3]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXV. S. 232.

ihm analysirten Turmalinen keinen einzigen finden, der eine Spur Kohlensäure enthielt; dagegen enthielten alle Fluor. Da die Turmaline nur sehr wenig Kalkerde enthalten: so könnten überhaupt nur geringe Mengen kohlensaurer Kalk gebildet werden. Wenn aber kohlensaure Gewässer das Eisenoxydul als Carbonat extrahiren: so wird dieses bald hierauf durch Oxydation zersetzt, wie dies der so gewöhnliche Ueberzug von Eisenoxydhydrat auf zersetzten Turmalinen zeigt.

Da bei der Umwandlung der Turmaline in Glimmer die Borsäure gänzlich aus der Mischung tritt (Kap. XXXVII): so ist wahrscheinlich, dafs ein Theil des Eisens, dessen Ausscheidung mit dieser Umwandlung stets verknüpft ist, als borsaures Eisenoxydul fortgeführt wird. In Ermangelung einer Analyse des Eisenoxydhydrat auf zersetzten Turmalinen ist hierüber nicht zu entscheiden.

In den Umwandlungen und Zersetzungen, welche der Turmalin erleidet, zeigt sich das Gemeinschaftliche, dafs sich Thonerde fortwährend ausscheidet, bis endlich im letzten Umwandlungsproducte, im Speckstein, sie gänzlich verschwindet. Aufserdem zeigen sich die beiden verschiedenen Richtungen, dafs bei der Umwandlung in Glimmer Alkalien aufgenommen, bei der in Chlorit und Speckstein die vorhandenen ausgeschieden werden. Eine stete Zunahme der Magnesia zeigt sich wenigstens bei der Umwandlung in Chlorit oder Speckstein; die Umwandlung in Speckstein ist nur als eine Fortsetzung der Umwandlung in Chlorit zu betrachten. Uebrigens zeigt sich auch bei diesen Umwandlungen, dafs dieselben stets mit Aufnahme von Wasser beginnen; denn schon im Glimmer finden wir es und sehr hervortretend im Chlorit und Speckstein. Da endlich selbst der Glimmer einer Umwandlung in Speckstein fähig ist: so mufs man auch eine solche Umwandlung in Speckstein von jedem Mineral erwarten, welches sich in Glimmer umwandeln kann. Es ist auch in der That der Fall, dafs mit Ausnahme des Cordierit und Feldspath alle Mineralien, welche sich in Glimmer umwandeln können, auch einer Umwandlung in Speckstein fähig sind.

Kapitel XXXI.

Cordierit.

Vorkommen und Zusammensetzung. Dieses Mineral kommt nicht häufig vor. Es findet sich im Granit, Gneifs, in einem basaltischen Gesteine, im Diorit, in glasigem Feldspathgestein und in Geschieben.

Im Wesentlichen ist der Cordierit eine Zusammensetzung aus Thonerde und Magnesiasilicat: so stellt sich wenigstens der von Th. Scheerer[1]) analysirte von *Krageröe* in *Norwegen* dar. Dieser enthält nur 0,96 % Eisenoxydul und 1,12 % Kalkerde, während ersteres in anderen Cordieriten bis auf 10,7 % steigt. Der eisenfreie Cordierit erscheint als eine Zusammensetzung aus:

		Sauerstoff.
Kieselsäure . .	51,76	5
Thonerde . . .	34,55	3
Magnesia . . .	13,69	1
	100,00	
Sauerstoffquotient	0,8	

In den eisenhaltigen ist die Thonerde durch mehr oder weniger Eisenoxydul vertreten.

Umwandlungen des Cordierit. Noch nie hat man den Cordierit in der Form eines anderen Minerals gefunden; sondern er ist nach Haidinger[2]) der Ausgangspunkt einer ganzen Reihe von Umwandlungen, die

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 319.

[2]) Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellsch. der Wissenschaften. V. Folge. Siehe meine Widerlegung der Einwendungen Scheerer's gegen die auf Thatsachen gegründeten Schlüsse Haidinger's in I. Aufl. Bd. II. S. 384 u. s. w. Siehe ferner die Darlegung der Widersprüche, in welche die Annahme uns verwickelt, dafs die Umwandlungsproducte der Cordierite, welche oft in einem Exemplar in mannichfaltigen Uebergängen vorkommen, ursprüngliche Bildungen seien. Ebend. S. 382 u. s. w.

mit dem Glimmer endigt; während Fahlunit, Chlorophyllit [1]), Bonsdorffit, Esmarkit (vielleicht auch Oosit) Weissit, Praseolith, Gigantolith und Pinit [2]) Ueberbleibsel des Cordierit im pseudomorphen Zustande sind (Bd. I. Kap. II. S. 191) Blum [3]) fügt zu dieser Reihe noch den Pyrargillit von *Brunhalt* und *Helsingfors* und den Aspasiolith [4]). Diese Reste sind viel mehr verbreitet als der Cordierit selbst.

Die schaligen Bildungen nicht blos in derben Massen sondern auch in Krystallen des Cordierit finden sich, mit Ausnahme des Pinit und Glimmer, wenigstens als Reste in allen seinen Umwandlungsproducten wieder. Sie scheinen die nächste Ursache zu sein, warum dieses Mineral mehr als viele andere zur Umwandlung geneigt ist; denn sie erleichtern das Eindringen des Wassers. Zwischen diesen Schalen ist die Masse des Cordierit weicher als im Innern desselben und dort finden sich auch manchmal Glimmerblättchen. In den Schalen des Chlorophyllit findet sich an einzelnen noch unveränderter Cordierit, nicht mehr aber in denen des Gigantolith. Während in diesem das Innere der Schalen noch dicht ist, ist das Aeufsere schon ganz in Glimmer umgewandelt. Die Cordierite, in denen die schalige Absonderung wenig ausgebildet war, scheinen sich in eine dichte Masse, in Fahlunit, Pinit umgewandelt zu haben.

[1]) A. Kenngott hat bei der annähernden Messung eines grofsen Chlorophyllitkrystalls gefunden, dafs dessen Winkel nahe mit denen des Cordierit übereinstimmen.

[2]) Nach C. von Hauer wahrscheinlich auch Gisekit; derselbe von *Igalikko* unfern *Julianeshaab* in *Grönland* ist nach Blum ein zu Pinitsubstanz umgewandelter Nephelin (Eläolith). Jahresbericht 1854. S. 872.

Nach C. P. Carlsson gehört hierhin ferner eine als Peplolith bezeichnete Pseudomorphose nach Cordierit. Jahresber. 1859. S. 818. Diese Vermuthung hat wenig Wahrscheinlichkeit, da 3 Analysen keine Alkalien nachweisen.

Unter dem Namen Pinitoid beschreibt A. Knop eine Pseudomorphose nach Feldspath von pinitartiger Zusammensetzung. Jahresber. 1859. S. 817 und 794.

[3]) Erster Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 32.

[4]) Im Universitätsmineraliencabinet zu *Berlin* fand ich Aspasiolithe, welche ihre Bildung aus Cordierit nicht bezweifeln lassen.

Der harte Fahlunit von *Fahlun* scheint nach Blum in manchen Fällen die erste Stufe der Veränderung zu sein, welche der Cordierit erleidet, und woraus verschiedene andere Bildungen hervorgehen. Härte und specifisches Gewicht verändern sich hierbei weniger, wie Glanz, Durchsichtigkeit und Farbe. Damit ist jedoch der Procefs der Veränderung noch nicht vollendet; denn aus dem Fahlunit wird nun Glimmer [1]).

Die Cordierite scheinen nicht alle Umwandlungsstufen bis zum Glimmer stets zu durchlaufen, sondern je nach den Umständen, bald diese bald jene zu überspringen. Kaum dürften wenigstens Pseudomorphosen dieser Reihe vorkommen, in denen der Glimmer gänzlich fehlte; das letzte Glied der Umwandlung scheint daher stets neben früheren Umwandlungsgliedern aufzutreten. Im Universitäts-Mineraliencabinet zu Berlin fand ich auf einer Bruchfläche eines Cordieritkrystalls, neben hartem blauen Cordierit, grüne Glimmerblättchen in gleicher Ebene; die unmittelbare Umwandlung des ersteren in letztere war hier unverkennbar, und alle mittleren Umwandlungsstufen waren daher übersprungen.

Vorhin haben wir gesehen, wie der Glimmer unmittelbar auf das wahrscheinlich erste Umwandlungsglied, auf den Fahlunit folgte, oder vielleicht gleichzeitig mit diesem entstanden war. Gänzlich verschwunden zeigen sich jedoch spätere Umwandlungsglieder. So setzt manchmal der Glimmer die Pyrargillitkrystalle allein zusammen und bildet ein Aggregat aus Blättchen, die sich in den verschiedensten Richtungen angelegt haben. Ebenso sind bisweilen ganze Gigantolithschalen und einzelne Stellen an Chlorophyllitschalen nur aus Glimmerblättchen oder Glimmerschüppchen zusammengesetzt. Auch manche Pinite bestehen fast gänzlich aus einem sehr feinen Gemenge ganz kleiner Glimmerschüppchen.

Freiesleben [2]) erwähnte zuerst ein pinitartiges Mi-

[1]) Die Beschreibung der einzelnen Glieder der ganzen Umwandlungsreihe siehe I. Aufl. Bd. II. S. 372.

[2]) Magazin für die Oryktographie von *Sachsen* Bd. IV. 1830. S. 187 und 188.

neral aus Graniten. Ficinus[1]) beschrieb ein Mineral unter dem Namen Säulenglimmer von *Neustadt* unfern *Stolpe*, welches wohl zum Theil umgewandelter Pinit sein mochte. Schon früher machte Blum[2]) aufmerksam, dafs der Glimmer in der Form von Pinit vorkommt, wie dies an den Piniten aus dem Granit von *Heidelberg* sehr deutlich zu sehen ist. Die Umwandlung beginnt gewöhnlich an dem einen Ende und schreitet von hier aus fort. Diese Umwandlung ist, wie seitdem Blum[3]) nachgewiesen, so allgemein, dafs es wohl keinen Pinit gibt, in dem sich nicht, wenn auch nur einzelne Glimmerblättchen auf der Oberfläche oder im Innern der Krystalle finden.

Manche säulenförmig zusammengehäufte Glimmerpartieen und blättrige Massen im Granit und Gneifs dürften von gänzlich umgewandelten Piniten herrühren; denn letztere kommen auch im Gneifse und Glimmerschiefer vor. Vielleicht könnte man, wenn die Aufmerksamkeit darauf gerichtet würde, manchmal die ursprüngliche Säulenform der Pinite noch erkennen.

Der mineralogische Character der verschiedenen, Pinit benannten Mineralien weiset, wie Blum bemerkt, so wenig auf die Selbstständigkeit der Species hin, dafs die Annahme, sie für pseudomorphe Bildungen zu halten, schon dadurch bedeutend unterstützt wird. Das Dichte, Amorphartige in der Masse, der Mangel an Spaltungsrichtungen, das durchaus Matte der Krystalle innen und aufsen, welches in der Regel selbstständig gebildete Species nicht zeigen: alles dieses spricht dafür. Dazu kommen endlich die Schwankungen in den Resultaten der Analysen verschiedener Pinite, welche gleichfalls in dem verschiedenen

[1]) Schriften der Gesellschaft für Mineralogie zu *Dresden*. 1819. Bd. II. S. 198 ff.

[2]) Leonhard Zeitschr. für Mineral. 1828. S. 683 ff. Im Mineraliencabinet zu *Berlin* fand ich unter den Piniten von Klaproth's Hand geschrieben: „Schwärzlichbrauner, fast tombackbrauner Glimmer (Pinit) in sechsseitigen Säulen, welcher nebst krystallisirtem Feldspath und Quarz, Gemengtheil eines besonderen Granit ist, von *Schneeberg*." Dies ist wohl die erste Notiz, welche auf die Beziehung zwischen Glimmer und Pinit deutet.

[3]) Erster Nachtrag. S. 17.

pseudomorphen Zustande ihren Grund haben möchten. Die Annahme Haidinger's, der Pinit sei ein umgewandelter Cordierit, ist daher, meint Blum, nicht zu bezweifeln. Das Zusammenvorkommen des Pinit und Cordierit zu *Haddam* in *Connecticut* trug dazu bei, die Beziehungen, in welche beide Mineralien zu einander stehen, klarer darzulegen, und führte gleichfalls zu dem Schlusse, dafs der Pinit nur eine Abänderung von Cordierit sei [1]).

Die Umwandlungen des Cordierit in Glimmer sind nicht ohne geologische Bedeutung; denn es ist sehr wahrscheinlich, dafs die im Gneifs manchmal so sehr verbreiteten Cordierite solche Umwandlungen erlitten haben. Wo der Glimmer im Gneifs sehr vorwaltet, da tritt der Cordierit weniger deutlich hervor, fehlt auch wohl gänzlich, und endlich geht der Gneifs in Glimmerschiefer über. (I. Aufl. Bd. II. S. 394 ff.)

Nach Untersuchungen von Ad. und W. Knop [2]) kann Pinit auch aus Mineralien aufserhalb der Cordieritreihe hervorgehen.

	I.		II.	III.
Kieselsäure . .	55,18		54,67	50,52
Thonerde . . .	27,51		27,89	29,44
Eisenoxydul . .	4,08	Oxyd	0,31	7,81
Manganoxydul .	Spur	} Kalk	—	—
Kalkerde . . .	0,30	} Kalk	10,60	—
Magnesia . . .	1,22	} Kalk	0,18	1,00
Kali	3,37		0,49	} nicht bestimmt
Natron	4,50		5,05	} nicht bestimmt
Fluor	0,08		—	—
Wasser	3,74		—	0,90
Schwefelsäure .	—		—	2,67
	99,98		99,19	92,34

I. Ein pinitartiges Mineral in Formen von Labrador, welches den Grünsteinschiefer von *Harthau* bei *Chemnitz*

[1]) Silliman Am. Journ. Vol. XLI. 1841. p. 354. Haidinger's Bemerkungen über die verschiedenen Richtungen, welche die Glimmerblättchen in einem zwölfseitigen Pinitprisma von oben genanntem Vorkommen zeigen. I. Aufl. Bd. II. S. 378.

[2]) Chemisch pharmaceutisches Centralblatt. 1851. S. 754 und der Chloritschiefer von *Harthau* von A. Knop.

in gelblich- und grünlichweifsen Flocken durchschwärmt und zum Theil noch deutlich Bruch und Form des Labrador besitzt. Auch finden sich an einigen Stellen frische Labradorkrystalle. Die noch Bruch und Form des Labrador besitzenden Partieen stellen sich, unter dem Mikroskop, als aus kleinen dicht aneinander gelegten fest adhärirenden glimmerartigen Schuppen bestehend dar. Dieser Pinit hält die gröfste Menge Natron unter allen bis jetzt analysirten Piniten, welches sich aus seiner Bildung aus Labrador erklärt.

II. Labrador aus Grünsteinporphyr von *Campsie* in *Schottland* nach le Hunte [1]). Er dient zur Vergleichung; denkt man sich nämlich, dafs seine Kalkerde durch Kali verdrängt wird: so erhält man eine Mischung, welche der von I sehr nahe kommt. Da die oben erwähnten Flecken mit Säuren brausen: so zeigt dies die wirkliche Ausscheidung der Kalkerde aus dem in Pinit umgewandelten Labrador I.

III. Pinit aus dem Chloritschiefer von *Harthau*, hervorgegangen aus Oligoklas, nach einer von Hesse unter der Leitung von Dr. Müller ausgeführten Analyse [2]). Der Gehalt an Schwefelsäure rührt von mikroskopisch beigemengtem Eisenkies her. Wird der Gehalt desselben an Schwefel mit einer entsprechenden Menge Eisen vom Eisenoxyd als zweifach Schwefeleisen in Rechnung gebracht, und der übrige Theil des Eisenoxyd auf Oxydul reducirt: so nähert sich diese Analyse sehr der unter I.

Eine so bedeutende Menge von Kieselsäure und Natron wie im Pinit I findet sich in keinem Glimmer. Eine Ausscheidung von Kieselsäure und eine Verdrängung des Natron durch Kali ist daher beim Uebergange von I in II nothwendig. Die Gegenwart von Quarz neben Kalkspath in jenen Flecken zeigt die wirkliche Ausscheidung von Kieselsäure. Dadurch kann sich auch die Thonerde so weit relativ vermehren, dafs sie die im echten Kaliglimmer vorhandene Menge erreicht. In den von Rammelsberg [3]) analysirten Piniten beträgt die Kieselsäure

[1]) Edinb. n. philos. Journ. 1832. July. p. 86.

[2]) Der Chloritschiefer von *Harthau* von A. Knop.

[3]) Supplement III. S. 94 und IV. S. 178.

nicht mehr als in den Kaliglimmern. Die Zusammensezzung des Pinit von *Pardoux* ist nicht mehr von der der Kaliglimmer zu unterscheiden.

Im Folgenden stellen wir den Gehalt des Cordierit und seiner Umwandlungsproducte an Magnesia, Kali, Natron und Wasser nach Procenten zusammen; denn nur diese Bestandtheile kommen bei Erforschung der chemischen Verhältnisse der Umwandlungsprocesse in Betracht.

	Magnesia.	Kali.	Natron.	Wasser.
Cordierit:				
9 Analysen	10 —11,45	—	—	0,60— 3,10
2 „	8,2 — 9,5	—	—	1,50— 2,10
2 „ [1])	— 12,76	— [2])	—	1,02
Praseolith . .	13,73	—	—	7,38
Chlorophillit .	10,91	—	—	6,70
Esmarkit . .	10,32	—	—	5,49
Weissit . . .	8,99	4,10	0,68	3,20
Aspasiolith .	8,01	—	—	6,73
Fahlunit [3]) .	6,04— 6,75	0,94—1,98	0—4,45	8,65—11,66
Pyrargillit . .	2,90	1,05	1,85	15,47
Gigantolith .	2,63— 3,80	2,70—5,44	0,86—120	5,89— 6,00
Pinit . . .	2,86	7,89	0,95	5,39
„	2,48	10,74	1,07	3,83
„	2,26	9,00	0,46	5,45
„	1,55	7,23	0,15	9,02
„	1,30	9,14	—	4,27
„	1,02	6,52	0,40	7,80
„	—	9,05	1,78	5,03
Säulenförmiger Glimmer . .	0,80	11,20	—	1,2
Gisekit . . .	8,35	4,84	—	6,76
„ . . .	7,39	—	—	6,87

Aus dem Vorstehenden ergeben sich folgende Resultate.

1) Die pseudomorphen Processe, denen der Cordierit unterliegt, beginnen mit Aufnahme von Wasser, welches jedoch wieder abnimmt, wenn die letzte Umwandlungs-

[1]) Mit Ausschlufs der offenbar fehlerhaften Analysen.

[2]) Nur in einem Cordierit fand L. Gmelin 1 % Kali; er läfst es aber selbst unentschieden, ob es nicht zufällig sei.

[3]) Bei der Analyse der Fahlunite, des Gigantolith, Weissit und Pinit ergaben sich mehr oder weniger bedeutende organische Ueberreste.

stufe, der Glimmer, erreicht ist. Die Cordierite gehören zwar selbst nicht zu den ganz wasserfreien Mineralien; der Wassergehalt steigt aber sogleich bedeutend in den ersten Umwandlungsproducten.

2) Der Magnesiagehalt in den Cordieriten ist ziemlich constant; mehr variirt aber der Wassergehalt, welcher jedoch nicht genau im umgekehrten Verhältnisse mit jenem steht. Ohne Zweifel deutet aber der gröfsere Wassergehalt auf eine schon eingetretene merklichere Zersetzung.

3) In den Umwandlungsstufen Praseolith bis Pinit nimmt das Wasser nicht in denselben Verhältnissen zu, wie die Magnesia ab. Die Cordierite scheinen daher, in Uebereinstimmung mit dem oben Angeführten, bald in diese bald in jene Umwandlungsstufe überzugehen.

4) Die sämmtlichen Umwandlungsstufen bilden zwei Reihen. In der ersten Praseolith, Chlorophillit, Esmarkit und Aspasiolith enthaltend, wurden keine Alkalien aufgenommen; in der zweiten Fahlunit, Weissit, Pyrargillit, Gigantolith und Pinit enthaltend, fand aber diese Aufnahme statt und erreichte im Pinit ihr Maximum, welches mit dem Kaligehalte im säulenförmigen Glimmer übereinstimmt.

5) Die Pinite zeigen unter allen Umwandlungsstufen der Cordierite den geringsten Gehalt an Magnesia; der Gehalt an Wasser und an Alkalien steht aber damit in keinem bestimmten Verhältnisse. Lägen von den anderen Mineralsubstanzen eben so viele Analysen wie vom Pinit vor: so würden sich wahrscheinlich eben solche schwankende Verhältnisse ergeben; denn sie sind keine selbstständigen Mineralien, sondern bilden blos Uebergangsstufen, in denen die Umwandlungsprocesse bald mehr bald weniger weit fortgeschritten sind.

6) Alle Umwandlungsprocesse, denen die Cordierite erliegen, stimmen im Wesentlichen darin mit einander überein, dafs Magnesia ausgeschieden und dagegen Wasser und Alkalien aufgenommen werden.

Die Zusammensetzung des Cordierit steht der des Magnesiaglimmer sehr nahe. Man sollte daher erwarten, dafs er besonders geneigt sein sollte, durch Aufnahme von Alkalien in diesen überzugehen. Nach Haidinger ist

der Glimmer im Chlorophyllit theils weifs, theils grün und gehört dem einaxigen, mithin dem Magnesiaglimmer an. In anderen Umwandlungsproducten tritt sowohl einaxiger als zweiaxiger Kaliglimmer auf. Letzterer scheint in den Piniten stets vorzukommen, wenn nicht vielleicht der röthlichbraune Glimmer in manchen Piniten eine Ausnahme macht. Die einzige bekannte oben angeführte Analyse eines aus Pinit hervorgegangenen Glimmer zeigt ebenfalls Kaliglimmer an. Es ist schade, dafs Rammelsberg bei seinen oben angeführten schätzenswerthen Analysen von Piniten den davon abgeschabten Glimmer nicht analysirt hat; denn hier würde sich eine günstige Gelegenheit zur Vergleichung der Zusammensetzung der Pinite mit ihrem Glimmer ergeben haben. Es ist jedoch nicht zu zweifeln, dafs sich Kaliglimmer ergeben haben würde; denn die Annahme, dafs die Pinite wieder Magnesia aufgenommen haben sollten, hat nicht die geringste Wahrscheinlichkeit.

Glimmer, hervorgegangen aus Fahlunit, erhalten von meinem Freunde Blum, hatte die Zusammensetzung:

	I.	II.	III.
Kieselsäure . .	—	—	47,38 [1])
Thonerde . .	14,15	14,16	28,31
Eisenoxyd . .	11,62	3,29	14,91
Magnesia . .	0,80	0,81	1,61
Kali	3,02	2,27	5,29
Natron . . .	—	0,25	0,25
Organ. Substanz [2])	1,01	—	1,01
Glühverlust .	1,24	—	1,24
	31,84	20,78	100,00

I. Durch 36stündiges Digeriren mit Schwefelsäure extrahirt, wobei weifse silberglänzende Blättchen zurückblieben.

II. Durch Flufssäure extrahirt.

III. Als ein Ganzes.

Der Umstand, dafs dieser Glimmer beim Zerreiben in der Chalcedonschale knirschte, liefs auf die Gegenwart fremder Substanzen schliefsen; Blum nahm defshalb

[1]) Aus dem Verluste bestimmt.

[2]) Sie zeigten sich in der schwarzen Färbung des schwefelsauren Kali und des Rückstandes nach Behandlung mit Flufssäure.

Veranlassung, den zurückbehaltenen Rest genau zu untersuchen und fand, dafs er noch sehr fein zertheilten Fahlunit enthielt. Die Umwandlung desselben in Glimmer war mithin noch nicht ganz vollendet; die Analyse konnte daher nicht die reine Zusammensetzung des pseudomorphen Glimmer geben. Theilt man die Magnesia dem beigemengten Fahlunit zu: so würde dieser ungefähr 25 % des Ganzen betragen haben. Uebrigens ist die gefundene Zusammensetzung der des Gigantolith ziemlich ähnlich. So viel ergibt sich jedoch, dafs der untersuchte Glimmer Kaliglimmer war.

Silberweifse Blättchen, wie sie bei Behandlung des pseudomorphen Glimmer mit Schwefelsäure zurückgeblieben waren, erhielt ich auch bei gleicher Behandlung des Glimmer in mehreren Glimmerschiefern (Kap. XXXVII). Die Blättchen eines dieser Glimmer enthielten auch die Thonerde, das Eisenoxydul und die Alkalien nahe in demselben Verhältnisse wie der Kaliglimmer, und die Blättchen II entsprechen gleichfalls diesem Verhältnisse. Extrahirt aber die Schwefelsäure aus dem Magnesiaglimmer die Magnesia ganz oder gröfstentheils und mehr oder weniger vom Eisenoxydul: so wandelt er sich in Kaliglimmer um.

Im Mineralreiche wirkt nicht die starke Schwefelsäure, sondern nur die schwache Kohlensäure. Wirkt diese auf Magnesiaglimmer: so kann die Magnesia und das Eisenoxydul nicht in so grofser Menge wie auf künstlichem Wege extrahirt werden. Der Zersetzungsprocefs hört auf, wenn die Magnesia gänzlich und das Eisenoxydul grofsentheils aus der Mischung getreten ist. Da die Thonerde im Kaliglimmer stets in gröfserer Menge als im Magnesiaglimmer enthalten ist: so kommt von ihr nichts zur Ausscheidung, welches auch damit übereinstimmt, dafs diese Erde nicht durch Kohlensäure extrahirt werden kann. Die Ausscheidung von Basen aus Magnesiaglimmer führt eine relative Zunahme der Kieselsäure herbei, und wirklich findet diese sich stets in gröfserer Menge im Kali- als im Magnesiaglimmer.

Die vorstehenden Untersuchungen machen es daher sehr wahrscheinlich, dafs die Magnesiaglimmer, welche man unter den Umwandlungsproducten des Cordierit ge-

funden hat, durch Ausscheidung von Magnesia und Eisenoxydul allmälig in Kaliglimmer übergehen, der wirklich da ausschliefslich auftritt, wo, wie beim Pinit der Umwandlungsprocefs sein Ende erreicht hat. Berücksichtigt man, dafs alle Umwandlungsprocesse, welchen der Cordierit erliegt, wesentlich in einer Ausscheidung von Magnesia bestehen: so ist sehr wohl zu denken, wie diese Ausscheidung auch noch im gebildeten Magnesiaglimmer durch dieselben Agentien fortfahren könne.

Die so sehr merkwürdigen Umwandlungsprocesse der Cordierite scheinen durch Kohlensäure und alkalische Silicate bewirkt zu werden: erstere zersetzt die Magnesiasilicate, wodurch die Magnesia als Carbonat fortgeführt wird, letztere verbinden sich mit dem von Magnesia mehr oder weniger befreiten Cordierit, wodurch je nach Verschiedenheit der Umstände, diese oder jene Umwandlungsstufe gebildet wird. Da nach Kap. I. No. 1 c. die Kohlensäure dies Magnesiasilicat nur dann zersetzt, wenn es aufgelöst ist: so muss die Auflösung der Zersetzung vorhergehen. Die Gegenwart alkalischer Silicate in Gewässern ist nachgewiesen (S. 281), und da im Granit und Gneifs, in denen die Umwandlungsprocesse des Cordierit von Statten gehen, die Feldspathe einer allmäligen Zersetzung in Kaolin unterliegen, wodurch stets ein Theil der Alkalien als Silicate ausgeschieden wird: so müssen die durch diese Gesteine dringenden Gewässer diese Silicate enthalten. Nach Blum's Beobachtungen findet man auch fast in allen Graniten, in denen Pinite vorkommen, die Feldspathe mehr oder weniger angegriffen [1]).

Es würde der Mühe werth sein, nachzusuchen, ob sich nicht in der Nähe der in Zersetzung begriffenen Cordierite die ausgeschiedene kohlensaure Magnesia als Magnesit oder Bitterspath wieder findet. Da die Cordierite manchmal Kalk (bis zu 3 %) enthalten: so könnte auch letzterer als ein Zersetzungsproduct auftreten. In der That findet man zu *Finbo* in *Schweden* bisweilen Bitterspath mit Fahlunit verwachsen.

Gewässer, welche Granit oder Gneifs durchdringen,

1) Nachtrag. S. 49.

verlieren nach kurzem Laufe ihre freie Kohlensäure durch allmälige Zersetzung des Feldspath; sie nehmen dagegen alkalische Carbonate und Silicate auf. Letztere können zwar den Cordieriten abgetreten werden; aber zur Abscheidung von Magnesia fehlt die freie Kohlensäure. Begegnen dagegen die Gewässer mit ihrer ganzen Menge atmosphärischer Kohlensäure den Cordieriten: so kann wohl die Abscheidung von Magnesia, nicht aber die Aufnahme von alkalischen Silicaten erfolgen. Auf diese Weise kann die Bildung der Umwandlungsstufen des Cordierit, welche keine Alkalien enthalten (S. 575), sehr wohl gedacht werden.

Abscheidung von Magnesia und Aufnahme von alkalischen Silicaten können nur dann gleichzeitige Processe sein, wenn die Gewässer durch Zersetzung von Feldspath bereits alkalische Silicate aufgenommen, aber noch einen Theil ihrer freien Kohlensäure zurückbehalten haben; denn alkalische Silicate und freie Kohlensäure können im Wasser neben einander existiren.

Sollten die Ausscheidung der Magnesia aus dem Cordierit und die Aufnahme von Alkalien und Wasser die einzigen Processe sein, welche bei seinen Umwandlungen von Statten gingen? — Rammelsberg [1]) sucht aus seinen Analysen der Pinite darzuthun, dafs das Verhältnifs des Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Thonerde dasselbe wie im Cordierit, nämlich 5 : 3 sei. Da er indefs die relativen Mengen von Eisenoxyd und Eisenoxydul gemäfs dieser Annahme berechnet hat: so liegt ein Zirkel in seinen Schlüssen. Es ist kaum anzunehmen, dafs in einem Mineral, wie im Cordierit, wo so bedeutende Umwandlungsprocesse stattgefunden haben, die Kieselsäure und Thonerde davon ganz unberührt geblieben sein sollten. Die Analysen werden aber, wenn sie auch noch so sehr vervielfältigt werden sollten, hierüber schwerlich Aufschlüsse geben.

Der Cordierit gehört zu den seltenen Magnesiasilicat enthaltenden Mineralien, welche sich durch ihre leichte Zersetzbarkeit auszeichnen. Da er diese Eigenschaft mit dem Olivin gemein hat: so werden wir im Kap. XXXVI darauf zurückkommen.

[1]) Supplement IV. S. 179.

Kapitel XXXII.

Granat.

Von geologischer Bedeutung sind: der rothe, grüne, braune und schwarze Granat; der weifse und gelbe haben mehr ein mineralogisches Interesse.

Vorkommen. Der rothe Granat ist ein wesentlicher Gemengtheil des Eklogit. Als nicht wesentlicher, aber manchmal in Menge findet er sich in krystallinisch-schiefrigen Gebirgsarten: im Gneifs, Glimmerschiefer, Hornblende-, Talk- und Chloritschiefer, ferner im Granit, Granulit, Syenit, Diorit, Hornblendegestein, Serpentin, Feldsteinporphyr, Trachyt und in Auswürflingen älterer Eruptionen des *Vesuv*. Auch im Thonschiefer, im körnigen Kalk, besonders in Klüften, auf Erzgängen, im aufgeschwämmten Lande, lose in Krystallen und Körnern kommt er vor.

Der grüne Granat findet sich im Glimmerschiefer, im körnigen Kalk und sehr häufig auf Erzlagerstätten, besonders von Magneteisen. Der braune Granat kommt häufig mit rothem oder grünem an vielen Orten zusammen vor. Der schwarze Granat findet sich im Glimmerschiefer, im Thonschiefer und im körnigen Kalk, im Dolerit, Diorit und Syenit, im vulkanischen Gestein und auf Erzlagerstätten.

Man sieht, auch der Granat ist, ungeachtet seines so häufigen Vorkommens, für die Zusammensetzung der Gebirgsmassen nicht von grofser Bedeutung; denn diejenigen derselben, welche, wie der Eklogit, Granatfels, ihn als wesentlichen Gemengtheil enthalten, treten weder häufig noch in sehr ausgedehnten Massen auf. Aber gewifs geht er in seiner geologischen Bedeutung dem Turmalin weit voran.

Zusammensetzung. Nach den aus den Analysen abgeleiteten, für alle Varietäten geltenden Sauerstoffver-

hältnissen Monoxyde: Sesquioxyden: Kieselsäure = 1:1:2, mithin Sauerstoffquotient = 1, berechnet sich die Zusammensetzung der nach ihren Hauptbasen geordneten Granaten wie folgt.

Mehr als 20 neuere Analysen von Granaten geben mehr oder weniger nahe denselben Sauerstoffquotienten, sofern dieselben noch nicht verändert waren.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure . .	40,31	42,45	37,08	36,5	36,08
Thonerde . . .	22,41	22,47	20,62	20,3	—
Eisenoxydul .	—	9,29	42,30	—	—
Eisenoxyd . .	—	—	—	—	30,56
Manganoxydul .	—	6,27	—	43,2	—
Kalkerde . . .	37,28	6,53	—	—	33,36
Magnesia . .	—	13,43	—	—	—
	100,00	100,44	100,00	100,0	100,00

I. Thonerde-Kalk-Granat (Grossular, Hessonit, Romanzovit).

II. Thonerde-Magnesia-Granat (schwarzer Granat von *Arendal*).

III. Thonerde-Eisenoxydul-Granat (Almandin).

IV. Thonerde-Manganoxydul-Granat.

IV. Eisenoxyd-Kalk-Granat (grüner, brauner und gelber Granat, Melanit, Rothossit).

Die Magnesia kommt nur im schwarzen Granat von *Arendal*, aber in solcher bedeutender Menge vor, dafs sie eine besondere Varietät des Granat bildet. Delesse[1]) zeigte, dafs die Dichtigkeit der Granate unter übrigens gleichen Umständen abnimmt, wenn der Magnesiagehalt zunimmt. Aus dem sehr geringen specifischen Gewicht eines Granat ist daher auf einen grofsen Magnesiagehalt zu schliefsen, während ein hohes specifisches Gewicht einen grofsen Gehalt an Eisenoxyd andeutet; in anderen Granaten tritt sie meist in untergeordneten Verhältnissen als Vertreter der Kalkerde auf. Im Pyrop (Chromoxydul-Granat) beträgt sie jedoch nach Moberg 15 %, das Chromoxydul 4,18 % und das Eisenoxydul 9,94 %. Im Uwarowit (Chromoxyd-Granat) beträgt das Chromoxyd

[1]) Zeitschrift der deutsch geol. Ges. Bd. II. S. 428.

22,54 % und vertritt die nur 5,88 % betragende Thonerde. Beide Chromgranate geben aber denselben Sauerstoffquotient wie die übrigen Granate. Das Eisen kommt theils als Oxydul, theils als Oxyd in den Granaten vor: die relativen Verhältnisse beider sind aber noch nicht ermittelt[1]).

Delesse[2]) konnte beim Aufschliefsen eines Granat aus dem Serpentin, selbst mit grofsem Ueberschufs an kohlensaurem Alkali und nach wiederholtem Glühen, die Kieselsäure nicht frei von Eisen erhalten. Nach langem Schmelzen mit zweifach schwefelsaurem Kali war sie noch schwach röthlich. Die Kieselsäure ist daher im Granat sehr innig mit Eisenoxyd und mehr als bei irgend einem anderen Mineral verbunden.

Die Granate werden von Salzsäure nur unvollständig zersetzt; einige Arten können indefs durch Kochen mit der Säure eine vollkommene Zersetzung erleiden, wobei sich die Kieselsäure pulverförmig abscheidet. Schwefelsäure scheint ihn vollkommen zu zerlegen; jedoch gelingt dies nur schwierig. Nach starkem Rothglühen hingegen werden die Kalkgranate von der Säure leicht zersetzt und bilden eine Gallerte; die übrigen müssen zu diesem Zwecke bis zum anfangenden Schmelzen geglüht, oder selbst geschmolzen werden. Hierdurch vermindert sich ihr ursprüngliches Gewicht fast um $\frac{1}{5}$[3]). Dafs auch dieses Verhalten gegen eine Bildung auf feuerflüssigem Wege spricht, haben wir (S. 281 ff.) gezeigt.

Bildung. Das Vorkommen der Granate bietet sehr viele interessante Verhältnisse dar, welche Licht auf ihre Entstehung, Umwandlung und Zersetzung werfen. Der Raum gestattet nicht, in alle Einzelheiten einzugehen; wir müssen uns auf das Vorzüglichste beschränken.

Im Glimmer-, Chlorit-, Hornblende- und Talkschiefer finden wir den Granat sehr häufig in Begleitung mit Magneteisen, in ersterem auch mit Staurolith (*Taganai* und

[1]) Hisinger in Schweigger's Journ. Bd. XXI. S. 260 und Bd. XXXVII. S. 434. Karsten ebend. Bd. LXV. S. 340. Trolle-Wachtmeister in Poggendorff's Ann. Bd. II. S. 26.

[2]) Zeitschrift der deutsch geol. Ges. Bd. II. S. 428.

[3]) Magnus in Poggendorff's Ann. Bd. XXII. S. 391.

Polewskoi). Jene Begleitung von Magneteisen ist eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung, die wir weiter verfolgen müssen.

Schon ältere Mineralogen [1]) haben die Bemerkung gemacht, dafs die Granaten auf die Magnetnadel wirken. Von Kobell [2]) fand sehr deutlich ausgebildete Octaeder von Magneteisen mitten in einem vollkommen frischen Granatkrystall. Ebelmen [3]) fand in einem schwarzen Granat eine geringe Menge Eisenoxyd im freien Zustande, welches sich im schwachen Glühen durch Wasserstoffgas reduciren liefs. In der Weifsglühhitze reducirte sich die ganze Menge, Kalksilicat, metallisches Eisen bleiben zurück. Nicht selten erlangen Granate, welche die Magnetnadel nicht anziehen, beim Schmelzen vor dem Löthrohre diese Eigenschaft [4]). Die magnetischen Eigenschaften nicht geglühter Granate scheinen daher von beigemengten Magneteisen herzurühren.

Das Vorkommen des Granat in sedimentären Gesteinen, in Begleitung mit Mineralien, welche nur auf nassem Wege entstanden sein können, und als Einschlüsse in anderen Mineralien, beweisen seine Bildung auf diesem Wege. So findet sich olivenbrauner Granat in mehr als ½ Zoll langen Dodecaedern im Thonschiefer zu *Plas Newydd* auf *Anglesey* [5]), grüner Granat in gewöhnlichem Kalk mit Krystallen von Kalkspath, Bleiglanz und Zinkblende zu *Sala* in *Schweden* [6]). Vergleiche Söchting's [7]) Beobachtungen hierüber. Der grünliche Granat von *Hesselkulla* ragt in kleinen Krystallen aus dem Kalk hervor, der in die derbe Granatmasse eingesprengt ist. Eben so schiefsen aus der derben Masse und aus dem Kalkspath, der in ihm sitzt, kleine braune, zusammengehäufte Gra-

[1]) Brugman Lithologia Groningana etc. 1781. p. 50 und de Saussure Voyage dans les Alpes. T. V. p. 60.

[2]) Schweigger's Journ. Bd. LXIV. S. 285.

[3]) Berzelius Jahresber. Bd. XXVI. S. 367.

[4]) Die Reduction des Eisenoxyd in Granaten ist übrigens keineswegs eine allgemeine Erscheinung. I. Aufl. Bd. II. S. 455 u. 456.

[5]) L. von Buch geognostische Briefe. 1824. S. 127.

[6]) Bredberg in Schweigger's Journ. Bd. XXXVIII. S. 11.

[7]) Einschl. in Mineralien. Freiberg 1860. S. 81.

natkrystalle hervor [1]). In einem feinkörnigen Sandstein von *Bastogne* kommt Granat neben Petrefacten vor [2]).

Sartorius [3]) fand auf dem *Noffene-Paſs* Belemniten in Berührung mit Granatkrystallen.

In einem thonigen Conglomerate findet sich der Pyrop mit Kalkspath, Quarz, Cyanit, Chalcedon, Aragonit und Eisenkies, bisweilen schlieſsen die Granatkörner Gypsspathkrystalle ein.

Auſser den genannten Begleitern kommen die Granate auch mit Kupferkies, Malachit, Buntkupfererz, Magnetkies, Arsenikkies, Zinnerz, Serpentin, Chlorit, Glimmer, Epidot, Chabasit u. s. w. vor. Besonders bemerkenswerth ist ihr häufiges Vorkommen mit Kalkspath, welcher sie überzieht und auch in ihnen eingeschlossen ist. Da in letzterem Falle die Krystallflächen des Kalkspath mit einer mehr oder weniger dicken Rinde von Granatsubstanz bedeckt sind: so zeigt dies, daſs der Granatkern durch jenen ersetzt wurde [4]). In einem Granat in der Mineraliensammlung zu *Berlin* habe ich deutlich wahrgenommen, daſs der Kalkspath von späterer Bildung als der Granat ist. Letzterer kommt auch in Begleitung mit Wollastonit vor.

Auſser diesen Einschlüssen finden sich in Granaten auch Eisenkieskrystalle [5]). Trolle-Wachtmeister [6]) fand in der zur Analyse des Granat von *New-York* genommenen Probe, der in einem an Glimmer sehr reichen Glimmerschiefer vorkommt, Glimmer, welcher in kleinen glänzenden Punkten dem Steinpulver beigemengt war. In vielen kleinen Granatkrystallen (Almandin) aus *Ungarn* fand v. Kobell [7]) einen Kern, welcher aus einer quarzigen mit schwarzen Glimmerschuppen gemengten Masse bestand. Mitten in einem frischen Granatkrystall waren auch deutliche Krystalle von Strahlstein eingewachsen.

[1]) Trolle-Wachtmeister a. a O.

[2]) Fr. Sandberger Jahrbuch des Vereins für Naturkunde im Herzogthum *Nassau*. Bd. IX. S. 88.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XCIV. S. 138.

[4]) Weibye im Jahrbuch für Mineral. 1849. S. 780.

[5]) G. Rose Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 117.

[6]) A. a. O.

[7]) A. a. O.

Hefs [1]) analysirte einen Granat von *Pitkaranda*, dessen Absonderungsflächen Flufsspathhäutchen überzogen hatten, und der von Kupferkies und Wernerit durchwachsen war.

Auch das lagerartige Vorkommen des Granat unweit *Schwarzenberg* [2]) und am *Teufelstein* in *Sachsen* [3]), wo er im Granatfels mit mehreren Substanzen, die wie Eisenkies, Arsenikkies u. s. w. durch Hitze zersetzt werden, vorkommt, läfst keine andere Bildungsweise des Granat als auf nassem Wege zu. Auf den Kupfererzgruben bei *Bogoslowsk* bildet der Granatfels Lager, die man 130 Klafter weit verfolgt hat, und die zuweilen eine Mächtigkeit von 20 Klafter erreichen [4]). Hier wie in den Gruben bei *Schwarzenberg* kommt der Granat in Gesellschaft mit Hornblende, Strahlstein, Magneteisen und körnigem Kalk vor. Bei *Arendal* kommt der Almandin auf Hornblende- und Augitkrystallen, oder in Begleitung von Prehnit und Magneteisenkrystallen oder in innigem Gemenge mit Epidot (S. 542) Hornblende und Magneteisen vor. In letzterem Falle bildet er mächtige Massen zwischen den Eisenerzlagern und dem Gneifs [5]). In manchen feinkörnigen Doleriten des *Kaiserstuhl*, in welchen der Augit in geringer Menge vorhanden ist, finden sich kleine schwarze Granatkrystalle manchmal sehr häufig [6]). Da sich Augit in Granat, Hornblende und Magneteisen zersetzen kann, und auch Kalkspath als gleichzeitiges Zersetzungsproduct erscheint (Kap. XXXIV): so ist dieses Zusammenvorkommen nicht ohne Bedeutung.

Vergebens haben wir nach irgend einem Vorkommen gesucht, welches Beweise liefern könnte, dafs manche Granate wirklich Bildungen auf feuerflüssigem Wege seien. Dafs endlich die Granate in Auswürflingen früherer Eruptionen am *Monte Somma* nichts weniger als vulkanische

[1]) Kastner's Archiv Bd. V. S. 328.

[2]) Freiesleben geognost. Arbeiten. Bd. V. S. 1 ff.

[3]) Naumann Erläuterungen u. s. w. Bd. II. S. 238. I. Aufl. Bd. II. S. 459 u. s. w.

[4]) G. Rose Reise nach dem *Ural*. Bd. I. S. 400.

[5]) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 479 und 480.

[6]) Die Basaltgebilde von Leonhard. Abtheilung I. S. 197.

Bildungen sein können, davon war schon in S. 297 die Rede.

Die Ansichten über den Ursprung der Blöcke, namentlich in der *Fossa grande* sind getheilt: von Buch hält sie für Auswürflinge, L. A. Necker für Massen, welche durch Gewässer an ihre dermaligen Fundorte geführt worden (I. Aufl. Bd. II. S. 464 u. s. w.). Für die Frage, ob die darin zahlreich vorkommenden schön krystallisirten Mineralien vulkanischen Ursprungs seien oder nicht, haben diese verschiedenen Ansichten keine Bedeutung. Nehmen wir für einen Augenblick an, diese Mineralien seien im Krater auf vulkanischem Wege erzeugt worden: so stofsen wir sogleich auf die Schwierigkeit, dafs die Granate u. s. w. im Gemenge mit Kalkspath und Chlorit, mithin mit Mineralien vorkommen, die unmöglich auf diesem Wege entstanden sein können. Wenn auch die vulkanische Schule durch Druck die Kohlensäure im Kalkspath und das Wasser im Chlorit zurückhalten läfst: so könnten diese flüchtigen Stoffe doch nur so lange gebannt bleiben, als die Blöcke sich im vulkanischen Heerde unter hohem Drucke befänden. In dem Augenblicke dagegen, wo sie, aus dem Krater geschleudert, unter den einfachen Luftdruck kämen, würde das Hydratwasser des Chlorit entweichen, wenn sie auch nur Siedhitze hätten. Da sie aber im glühenden Zustande ausgeworfen werden: so müfste auch die Kohlensäure des Kalkspath entweichen. Kalkspath und Chlorit können daher nicht im Krater auf feuerflüssigem Wege erzeugt worden sein.

Da wir sehen werden, dafs Kalkspath, Quarz und Chlorit Zersetzungsproducte des Granat sein können: so dürfte man diese Mineralien in den Blöcken, im Gemenge mit Granat, gleichfalls für solche halten. Der Umstand, dafs der von Trolle-Wachtmeister[1]) analysirte Kalkgranat vom *Vesuv*, womit Sodalith in gröfseren oder kleineren Körnern zusammengewachsen und auch aderförmig eingesprengt war, in sehr frischem Zustande erschien, und dafs auch die Basen in den der Sättigungscapacität der Kieselsäure entsprechenden Verhältnissen gefunden wur-

[1]) A. a. O.

den, ist jedoch der Voraussetzung, als seien Kalkspath und Quarz Zersetzungsproducte des Granat, nicht günstig.

Die vulkanische Schule würde demnach gezwungen sein, wenigstens die Bildung des Kalkspath, des Quarz und des Chlorit für eine spätere, nach dem Auswurfe der Blöcke, zu halten, wenn sie die Granate, die Vesuviane u. s. w. für Erzeugnisse im Krater des Vulkans halten wollte.

Sollte Necker's Ansicht, dafs die Blöcke einst in Lava eingeschlossen gewesen wären, die richtige sein: so könnte man die gedachten Granate, Vesuviane u. s. w. für Bildungen während langsamer Erstarrung der Lava halten; aber auch dann müfsten Kalkspath, Quarz und Chlorit später gebildet worden sein, da auf die in der Atmosphäre erkaltende Lava nur der einfache Luftdruck hätte wirken können. Vielleicht geht indefs die vulkanische Schule so weit, die Granate und Vesuviane in den Blöcken gleichfalls während ihrer langsamen Abkühlung entstehen zu lassen. In hausgrofsen Blöcken, deren Erstarrung einen sehr langen Zeitraum fordert, möchte etwa eine solche Bildungsart zu denken sein; gewifs aber nicht in sogenannten vulkanischen Bomben, deren Erkaltung in ganz kurzer Zeit, in wenigen Stunden, erfolgt. In diesem Falle würden wenigstens, nach den unten angeführten Beobachtungen v. Kobell's, nicht auf allen Kanten abgestumpfte Dodecaeder, sondern Octaeder entstanden sein.

Wollte man endlich diese Bomben für abgerissene Fragmente alter Laven halten, deren Erstarrung im Innern des Vulkans von Statten gegangen wäre, und wobei sich Granat und Vesuvian u. s. w. gebildet hätten: so würde diese Ansicht, dem Wesentlichen nach, mit derjenigen übereinstimmen, welche diese Mineralien in den ausgeflossenen Laven während ihrer Erstarrung entstehen läfst. Hätte sich auch Kalkspath und Chlorit, nach gänzlicher Erkaltung solcher Lavamassen, in jenen Räumen bilden sollen: so würden sich diese Mineralien wieder zersetzt haben, wenn das vulkanische Feuer zur Zeit des Auswurfes solcher Massen eine Wiedererhitzung bewirkt hätte. Da sich aber gedachte Mineralien in Gesellschaft mit Granaten und Vesuvianen finden: so mufs von dieser Vorstellung abstrahirt werden. Es bliebe daher nur die Annahme

einer späteren Bildung des Kalkspath und Chlorit auf nicht vulkanischem Wege übrig, wie man sich auch die frühere der Granate und Vesuviane denken möchte.

Die Entstehung der Blöcke in der *Fossa grande* fällt jedenfalls in eine vorhistorische Zeit, mögen sie Auswürflinge oder hergeschwemmte Lavamassen sein. Die Bildung der darin enthaltenen Mineralien kann daher nicht weiter in Verlegenheit setzen, als etwa die Bildung der Granate im Thonschiefer. Wir haben Fundorte der Granate kennen gelernt, wie der eben genannte, welche sich mit der Vorstellung einer Bildung auf feuerflüssigem Wege durchaus nicht einigen lassen.

Unsere vorstehenden Bemerkungen dürften wohl zu der Ueberzeugung führen, dafs aus dem Vorkommen der Granate, Vesuviane u. s. w. in den Blöcken des *Somma* eben so wenig zu Gunsten ihrer vulkanischen Bildung geschlossen werden könne, als aus einem ähnlichen Vorkommen derselben in Blöcken des *Laacher See*[1]). Nur dann würden solche Schlüsse Beweiskraft haben, wenn man in einer Lava, unmittelbar nach ihrem Erkalten, jene Mineralien fände. Auf die Angabe in einem vor 100 Jahren geschriebenen Werke[2]), dafs man Vesuviane selbst bei neuen Ausbrüchen gesehen haben will, können wir kein grofses Gewicht legen; denn es würde, selbst die Richtigkeit dieses Vorkommens vorausgesetzt, doch nur eine Schwalbe sein, welche den Frühling ankündigte.

Nach allem diesen müssen wir die Möglichkeit einer Bildung der Granate auf feuerflüssigem Wege gänzlich in Abrede stellen.

Als von Kobell[3]) Granat im Platintiegel schmolz, zeigten sich auf der Oberfläche des schwärzlich grünen

[1]) Nach Nöggerath kommen daselbst Granaten in zersplitterten kleinen Krystallen von sehr schön hyacinthrother Farbe im Gemenge mit Cordierit und in glasigem Feldspath eingewachsen vor. Auch Glimmer findet sich in dem oft sehr innigen Gemenge des Cordierit mit glasigem Feldspath, was in Beziehung auf die Umwandlung des Cordierit in Glimmer nicht ohne Bedeutung ist. Das Gebirge in Rheinland-Westphalen. Bd. III. S. 286.

[2]) De Bottis Istoria. 1760. p. 34.

[3]) Kastner's Archiv. Bd. V. S. 165 und Bd. X. S. 15.

Glases kleine octoedrische Krystalle; auch in einigen Drusenräumen fanden sich viele kleine Krystalle. Obwohl Octoeder in der Krystallreihe des Granat möglich sind: so hat man sie doch im Mineralreiche bis jetzt nicht beobachtet. Nach ihm scheint die Krystallisation des geschmolzenen Granat auf eine veränderte Anordnung der Bestandtheile und auf die darauf gegründete Zersetzbarkeit durch Säuren zu deuten. Er erinnert an die auffallende Uebereinstimmung dieser Krystalle mit denen, welche Klaproth [1]) beim Glühen des Vesuvian im Porcellanofen erhielt. Das geschmolzene Glas zeigte auf einer drusigen Rinde Erhöhungen, welche mit vier dreiseitigen und höchst fein gestreiften Flächen zugespitzt waren.

Aus geschmolzenem Granat und Vesuvian können daher, selbst bei rascher Erstarrung, krystallinische Bildungen entstehen. Entsprächen diese Krystalle denjenigen Formen, in welchen beide Mineralien vorkommen: so würde die Möglichkeit seiner plutonischen Bildung entschieden dargethan sein. Da aber die auf jenem Wege erhaltenen Krystallformen, wenn sie auch in der Krystallreihe des Granat möglich sind, im Mineralreiche nicht vorkommen: so ist nicht wohl zu begreifen, wie die wirklich vorkommenden Formen auf feuerflüssigem Wege entstanden sein sollten. Den Plutonisten bliebe, um die plutonische Bildung der Granate zu retten, nichts anderes übrig, als anzunehmen, dafs eine feuerflüssige Masse, bei sehr langsamer Erstarrung, in andern Formen krystallisire, als bei schneller [2]).

Glimmer in Formen von Granat. Meine in der I. Aufl. Bd. II. S. 497 ausgesprochene Vermuthung, dafs Pseudomorphosen von Glimmer nach Granat existiren mögen, hat sich bestätigt.

Die rothen und braunen Granatkrystalle im Granit von *Stengerts* bei *Aschaffenburg* sind nach Blum [3]) oft

[1]) Beiträge u. s. w. Bd. I. S. 34.

[2]) Studer (Lehrb. d. physikal. Geographie und Geologie. Kap. II. S. 121) führt an: Granat und Vesuvian seien theils durch Schmelzung aus ihren Elementen dargestellt, theils in Schlacken von Hochöfen aufgefunden worden. Wer diese Beobachtungen und Versuche gemacht und angestellt hat, ist nicht angegeben.

[3]) Blum dritter Nachtrag. S. 92.

mit einer Rinde von braunen Glimmerblättchen umgeben. Nicht selten finden sie sich auch im Innern der Krystalle, so dafs wahre Gemenge von Granat und Glimmer erscheinen; in einzelnen Fällen ist die Granatsubstanz gänzlich verschwunden, während der Glimmer allein ihre Stelle vertritt.

In einem Granulitblock aus *Holstein* fand Blum die eingestreuten Granaten in Glimmer umgewandelt; hie und da zeigten sich noch kleine Ueberreste des früheren Minerals.

Chlorit in Formen von Granat. Schon längst sind die mit Chlorit überzogenen grofsen Granate aus der Erzgrube zu *Fahlun* bekannt [1]). Breithaupt [2]) erwähnt Uebergänge des Aplom in eine dunkelgrüne, chloritähnliche Masse, die zum Theil so weich ist, dafs sie Eindrücke vom Fingernagel annimmt. Wiser [3]) beobachtete an einer Druse des sogenannten Hyazinthgranat neben gelblichbraunen, glänzenden, durchscheinenden und harten kleinen Granatkrystallen einige schwärzlichgrüne, matte oder blafsschimmernde, undurchsichtige und weiche Krystalle genau von der gleichen Form und Gröfse, wie die gelblichbraunen. Letztere bestehen aus einer chloritartigen Masse, die beim Erhitzen Wasser gibt. Einer dieser Krystalle befindet sich kleineren Theils noch in seinem ursprünglichen Zustande, gröfsern Theils aber aus eben erwähnter weicher, chloritartiger Substanz. Später [4]) erwähnt Wiser eines ausgezeichnet schönen und characteristischen Exemplars dieser Pseudomorphosen von demselben Vorkommen.

Blum [5]) beschreibt eine ähnliche Pseudomorphose, die wahrscheinlich zwischen Glimmerschiefer und Serpentin vorkommt. Eine Menge dodecaedrischer Krystalle sind in einer chloritischen Masse eingewachsen, aus welcher sie mehr oder weniger hervorragen, und wovon einige von Kalk- oder Bitterspath bedeckt sind. Sie sind glatt,

[1]) Hisinger a. a. O.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LX. S. 595.

[3]) Jahrb. für Mineral. 1842. S. 524.

[4]) Ebend. 1843. S. 298.

[5]) Zweiter Nachtrag. S. 88.

stark fettglänzend und schwärzlichgrün, und deuten auf Aplomgranat. Glanz und Farbe dieser Krystalle hat sich aber verändert und besonders die Härte so abgenommen, dafs sie sich leicht mit dem Messer schneiden lassen. Einige durchbrochene Krystalle zeigten jedoch in ihrem Innern noch einen Kern von unverändertem Granat, während das Uebrige in eine weiche, höchst feinschuppige Chloritmasse umgewandelt war, bei andern war die Pseudomorphose vollendet. Diese Veränderung begann also aufsen und schritt nach innen fort, aber sehr ungleich. Das Umwandlungsproduct gibt im Kolben Wasser und verhält sich ganz wie Chlorit. Dieses Exemplar ist aufserdem noch merkwürdig durch die Gegenwart von Helvin (I. Aufl. Bd. II. S. 487), der aus dem Chlorit hervorragt.

Im Mineraliencabinet zu *Berlin* sah ich einen grofsen Granat von *Fahlun* mit einem ganz dünnen Ueberzug von Chlorit. Mehrere Granate aus Chloritschiefer von *Tyrol* waren ganz mit Chloritmasse überzogen. An einem geschliffenen Granat zeigte sich ein plötzlicher Uebergang desselben in Chlorit. Auf einem andern Granat war Eisenkies angeflogen.

Delesse[1]) fand einen in Serpentin eingeschlossenen Granat, welcher im Innern aus Chlorit bestand, während er aufsen noch roth und unverändert erschien. Bei *Toedestrand* in *Norwegen* finden sich Almandine durch Theilungsflächen sehr zertheilt, und zwischen denselben eine dünne Lage von Chlorit- oder Glimmerblättchen. Nach der Richtung dieser Theilungsflächen verwittert das Mineral sehr leicht[2]).

Da keine Analysen weder von Granaten, welche Umwandlungen in Chlorit zeigen, noch von diesen Umwandlungsproducten vorliegen: so hält es schwer den Umwandlungsprocefs zu charakterisiren. Sind es Granate, welche viel Kalk enthalten: so kann dieser Procefs durch eine Zersetzung der Kalksilicate mittelst Magnesiabicarbonat (Kap. I. No. 16) gedacht werden. In der von Blum beschriebenen Pseudomorphose findet sich auch wirklich

[1]) Ann. des mines. T. VII. p. 11.

[2]) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 502.

kohlensaurer Kalk, der wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct der Kalksilicate ist.

Serpentin in Formen von Granat. Das Vorkommen dieser Pseudomorphosen unweit *Schwarzenberg* in *Sachsen* hat Freiesleben schon vor längerer Zeit beschrieben [1]). Aber erst durch Kersten's Analyse [2]) stellte sich heraus, dafs das Umwandlungsproduct wirklich Serpentin ist. Der grünlichschwarze, stellenweise bräunlichgrüne Serpentin war besonders an den von Kalkspath umgebenen Stellen mit einem schwarzen Mineral gemengt, welches aus Magneteisen bestand. Letzteres mit dem Magnete ausgezogen betrug 17,5, und der Serpentin 82,5 %.

Zur Vergleichung stellen wir nebeneinander: I. Zusammensetzung des Granat vom *Teufelstein* nach Kersten [3]), II. des pseudomorphen Serpentin, auf 82,5 % reducirt, III. das mit demselben gemengte Magneteisen.

	I.		II.		III.
Kieselsäure	36,85		34,24		—
Thonerde	4,05		—		—
Eisenoxyd	25,35	oxydul	3,38		17,50
Manganoxydul	0,95	oxyd	0,41		—
Kalk	32,32		Spur		—
Magnesia	—		33,28		—
Natron	—		0,35		—
Wasser und Bitumen	—		10,62		—
	99,52	=	82,28	+	17,50

Die grünlichbraune Farbe von I deutet an, dafs neben Eisenoxyd gewifs auch Eisenoxydul gegenwärtig war. Addirt man zu den 3,38 % Eisenoxydul im Serpentin 4,41 % Eisenoxydul, welche im Magneteisen enthalten sind: so

[1]) Geognostische Arbeiten. Bd. V. S. 29 und 179.

[2]) Jahrb. für den sächs. Berg- und Hüttenmann auf 1846. S. 39.

[3]) Schweigger's Journ. Bd. LXV. S. 345. Eine Analyse des Granat vom Fundorte der Pseudomorphose des Serpentin in Formen von Granat besitzen wir nicht. Wir wählten daher die Analyse des Granat von dem in der Nähe gelegenen *Teufelstein* zur Vergleichung. Um so mehr möchte sich diese Vergleichung rechtfertigen lassen, da der Granat bei *Schwarzenberg*, so wie der vom *Teufelstein*, meist zum grünen gehört, und diese Granate sehr nahe eine gleiche Zusammensetzung haben.

erhält man 7,79 % Eisenoxydul, die in dem in Serpentin und Magneteisen umgewandelten Granat gedacht werden können. Diese 7,79 % Eisenoxydul fordern 0,89 % Sauerstoff zur Umwandlung in Eisenoxyd. Zieht man diese Menge von den 25,35 % Eisenoxyd im Granat ab: so bleiben 24,46 % Eisenoxyduloxyd übrig. Die bräunlichgrüne Farbe des Serpentin deutet auf einen Gehalt an Eisenoxydhydrat, mithin ist wohl ein Theil des Eisenoxydul in Kersten's Analyse als Eisenoxyd anzunehmen, wodurch sich jene Differenz 0,89 % um etwas vermindern würde.

Demnach kann man sich den Umwandlungsprocefs auf folgende Weise denken. Der gröfste Theil des Eisenoxyduloxyd im Granat wurde als Magneteisen ausgeschieden und blieb mit dem Serpentin gemengt zurück. Die Gegenwart von Bitumen macht die Reduction des Eisenoxyd in dem übrigen Theile des Eisenoxyduloxyd und seine Fortführung als Eisenoxydulcarbonat durch Gewässer begreiflich. Durch Zersetzung des Kalksilicat mittelst Magnesiabicarbonat wurde ersteres in Magnesiasilicat umgewandelt (Kap. I. No. 16), und durch Zersetzung des Thonerdesilicat mittelst schwefelsaurer Magnesia oder Chlormagnesium wurde gleichfalls Magnesiasilicat gebildet (Kap. I. No. 44). Der supponirte Umwandlungsprocefs setzt also blos die Gegenwart von Magnesiabicarbonat, von schwefelsaurer Magnesia oder Chlormagnesium und von etwas freier Kohlensäure voraus: Substanzen, welche zu den gewöhnlichen in Gewässern gehören.

Auch die im Serpentin bei *Zöblitz* und *Greifenberg* in *Sachsen* eingeschlossenen Granate wandeln sich nach Naumann und Müller in Serpentin um. Davon kann man sich, nach G. Rose, an den Stücken in der Mineraliensammlung zu *Berlin* vielfach überzeugen [1]).

G. Rose [2]) beschreibt flache Serpentinhügel in der Gegend von *Miask*, wovon ein jeder Kerne von einem, dem dichten Granat ähnlichen Gestein enthielt. Nach einer Analyse von Sthamer ist der Sauerstoffquotient dieses

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 524.
[2]) Reise. Bd. II. S. 98.

Granat = 0,762; die Kieselsäure ist daher im grofsen Ueberschusse gegen die Basen, wovon ein Theil ohne Zweifel durch die Gewässer weggeführt wurde; der Granat ist mithin in starker Zersetzung begriffen. Beide Gesteine sind sehr zerklüftet, und durch Zersetzung sind die abgesonderten Stücke des Granat auf der Oberfläche ziegelroth und die des Serpentin schneeweifs geworden.

Umwandlungen des Granat in Chlorit und Serpentin. Nach Herm. Müller[1]) sind die im Serpentin zu *Greifenberg* in grofser Menge porphyrartig eingewachsenen Granate oft mit einer Schale von feinblättrigem Chlorit umgeben, dessen Blättchen senkrecht auf ihrer Oberfläche stehen. Häufig ist aber der Granat gänzlich in feinkörnigen Chlorit umgewandelt, dessen Blätter radial vom Mittelpunkte auslaufen. Vorzüglich häufig nimmt man diese Erscheinung auf den Kluftflächen der mit Chlorit-Zwischenlagen wechselnden Serpentinplatten wahr. Im frischen Innern des Serpentin ist an der Stelle des Chlorit der Granat häufig mit einer schwachen Rinde eines graugrünen Minerals umgeben, das mit Breithaupt's Pyknotrop viel Aehnlichkeit besitzt und bisweilen in edlen Serpentin oder Asbest übergeht. Während dasselbe stets sich von dem umhüllten Granat durch eine scharfe Grenze absondert, zeigt sich doch auch oft an der äufsern Seite ein Uebergang in den einschliefsenden gemeinen Serpentin, so dafs man nicht im Stande ist anzugeben, wo das eine Mineral aufhört und das andere beginnt. Oft ist diese Rinde kaum bemerkbar, meist sieht man aber von ihr nur einen sehr kleinen, jedoch scharf begrenzten Granatkern eingeschlossen. Eben so häufig ist der Granat gänzlich verschwunden und nur das an seine Stelle getretene Mineral noch übrig. Ist die Umwandlung weiter vorgeschritten: so bemerkt man selbst dieses Mineral nicht mehr, sondern nur einen anscheinend gleichartigen Serpentin. Die einstige Anwesenheit der Granatkörner erkennt man aber, wenn der Serpentin verwittert, wobei sich letzterer mit einer erdigen, weichen, braungelben bis gelblichweifsen Kruste

[1]) Jahrb. für Mineral. 1846. S. 262.

überzieht, aus der die gewöhnlich in schwarzen Serpentin umgewandelten Granaten als schwarze Körner warzenförmig hervorragen. Ein ähnliches Verhalten bei der Verwitterung läfst sich an dem Chlorit, der aus Granaten entstanden ist, wahrnehmen; denn er steht gewöhnlich auf den Begrenzungsflächen der Serpentinplatten pockenförmig hervor. Chlorit und Talk finden sich im Serpentin häufig in kleinen und schwachen Blättchen, wie denn überhaupt der Serpentin an manchen Punkten in eine rein chloritische oder talkige Masse übergeht.

Aus diesen Erscheinungen ist zu schliefsen, dafs sich der Granat zunächst in Pyknotrop und dieser in Serpentin umwandelt. Man hat demnach die Umwandlungsreihe: Granat, Pyknotrop, Serpentin, Chlorit und Talk.

Speckstein in Formen von Granat. Umwandlungspseudomorphosen dieser Art sind mehrmals gefunden worden. Von Schlotheim[1]) führt eine ganze Druse von Speckstein in der Form des Granat an. Doch war dieser Speckstein viel härter als der gemeine, so dafs er vielleicht mehr zum Bildstein gehört haben mag. Mohs[2]) erwähnt einer ähnlichen Umwandlung. Die kleinen rothen Granate, welche sparsam im Granit von *Thiersheim* vorkommen, haben in der Nähe des zu Speckstein umgewandelten Glimmer dieselbe Umwandlung erlitten[3]).

In Beziehung auf die Processe, wodurch der Granat in Speckstein umgewandelt werden kann, verweisen wir auf Kap. XL.

Talk in Formen von Pyrop. Zu *Meronitz* in *Böhmen* und im Serpentin von *Zöblitz* in *Sachsen* finden sich Pyropkrystalle in Talk umgewandelt. Besonders deutlich und schön findet sich diese Umwandlung an letzterem Orte. Die zahlreich darin sitzenden Pyrope sind ohne Ausnahme von vielen Sprüngen durchzogen, in denen sich zum Theil eine weiche, erdige, talkartige Masse, zum Theil schon weifse, perlmutterglänzende Talkblättchen angesetzt haben. Letztere nahmen manchmal so

[1]) v. Hoff's Mag. für die Mineral. 1801. Bd. I. S. 157.
[2]) Null's Min. Cabinet. 1804. Bd. I. S. 548.
[3]) Blum die Pseudomorphosen. S. 13.

zu, dafs man die rothe Pyropmasse nur noch in einzelnen Streifen bemerkt[1]). Nach vollendeter Umwandlung nimmt ein Aggregat von Talkblättchen die Stelle des Pyrop ein.

Brauneisenstein nach Granat. Eine solche Pseudomorphose, aus der *Mine jaune* in den *Vogesen* beschreibt S. Müller[2]). Sie hat die Form des Rhombendodekaeders. Die meisten dieser Granaten, welche sich in den Klüften der zu Tag liegenden Brauneisenerzgrube finden, sind noch mehr oder weniger frisch, glänzend, rothbraun, andere aber erscheinen bereits stellenweise zerfressen oder mit mikroskopischen Eisenglanzkrystallen bedeckt; noch andere endlich haben den Glanz verloren, sind an der Oberfläche mattrauh und zerfressen und bestehen aus dichtem Brauneisenstein oder aus einem Gemenge desselben mit Eisenocher, der einen Ueberzug darüber bildet. Im Innern sind diese Pseudomorphosen entweder hohl oder mit einer graulichweifsen Substanz, vielleicht Resten zersetzter Granaten erfüllt, Eisenocher ist mit Adern von Eisenglanz durchzogen; ob dieser aus jenem entstand oder umgekehrt, ist nicht zu entscheiden; jedoch ist jenes wahrscheinlicher. Auch Quarz kommt mit Eisenglanz durchzogen vor.

Den Umwandlungsprocefs würde man begreifen können, wenn eine Analyse der noch frischen Granate und der graulichweifsen Masse in den zersetzten Granaten vorläge oder wenn diese wenigstens geprüft worden wäre, ob sie mit Säuren braust oder nicht. Es ist wahrscheinlich, dafs sie aus Thonerdesilicat besteht.

Angenommen, der Granat sei Thonerdeeisenoxydul-Granat und enthalte wie der auf S. 582 No. III. angeführte 42,30 % Eisenoxydul: so würde, wenn dieses an Kieselsäure gebundene Oxydul zersetzt worden wäre, ungefähr 56 % Eisenoxydhydrat gebildet worden sein. Nach Kap. I. No. 1d. würden kohlensäurehaltige Wasser diese Zersetzung bewirkt haben, indem gleichzeitig der von diesen Gewässern absorbirte Sauerstoff das Eisenoxydul höher oxydirt haben würde. Das Thonerdesilicat würde dann

1) Blum ebend. S. 110 und erster Nachtrag. S. 67.

2) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1858. S. 213. Vgl. auch Blum Pseudomorphosen. III. Nachtrag. S. 180 ff.

den eingeschlossenen Rest gebildet haben. Die hohlen Pseudomorphosen zeigen an, dafs mehr fortgeführt, als aufgenommen worden ist. Dafs selbst der Eisenoxydkalk-Granat, wie der auf S. 582 No. V. angeführte, eine beträchtliche Menge Eisenoxydhydrat liefern kann, nachdem das Kalksilicat durch Kohlensäure zersetzt und als Bicarbonat fortgeführt worden ist, leuchtet von selbst ein. In diesem Falle könnte freilich die graulich weifse Masse nicht Thonerdesilicat sein.

Es ist wünschenswerth, dafs die oben genannten Analysen einen Analytiker finden, und dadurch der Umwandlungsprocefs ins Klare gebracht würde.

Rotheisenstein nach Granat. Blum beschreibt eine solche Umwandlung, welche mehrere Granate in einer Rotheisensteinstufe zeigen. Dieselbe geht von der Oberfläche aus; die Krystalle werden hier zuerst glanzlos, nehmen an Härte ab und einen rothen Strich an, bis endlich die ganze Masse derselben aus dichtem, thonigem, weichem Rotheisenstein besteht. Hier und da findet man noch Partikeln von unverändertem Granat in der Pseudomorphose.

Die eisenreichsten Granate, welche 42 % Eisenoxydul enthalten, würden bei ihrer Umwandlung 47 % Eisenoxyd geben, sofern die Umwandlung blos durch Verlust von Bestandtheilen erfolgte.

Epidot in Formen von Granat S. 544. Granat in Formen von Vesuvian Kap. XXXIII.

Die Umwandlungsprocesse, denen die Granate unterliegen, laufen darauf hinaus, dafs die Kalkerde ausgeschieden wird; denn im Chlorit, Serpentin, Speckstein und Talk fehlt diese Erde, oder es finden sich doch nur noch Spuren von ihr, wie im Serpentin, in welchem Falle wir anzunehmen berechtigt sind, dafs der Umwandlungsprocefs noch nicht vollendet ist. Nächst der Kalkerde ist es das Eisen, welches gleichfalls theilweise oder gänzlich aus der Mischung tritt; denn nur im Chlorit finden wir es noch als wesentlichen Bestandtheil, weniger im Serpentin und gar nicht oder doch nur als unwesentlichen Ueberrest im Speckstein und Talk. Die Neigung, Alkalien aufzunehmen, scheint im Allgemeinen den Granaten abzugehen; denn nur in wenigen Granaten hat man Kali gefunden.

Zersetzungen der Granate. Wie alle an Kalk und Eisenoxydul reichen Mineralien: so sind auch die gröſstentheils aus diesen Basen bestehenden Granate einer leichten Zersetzung unterworfen. Die Streifung gewisser Krystallflächen, ihre Rauhigkeit, eingefressene Löcher, die mit Zersetzungsproducten erfüllt sind, begünstigen die Verwitterung und zeigen ihren Anfang an. Verlust des Glanzes, der Härte und Verminderung des specifischen Gewichts sind weitere Zeichen derselben. So beschreibt Breithaupt[1]) einen schwärzlichgrünen Aplom, der an der einen Seite noch ganz frisch war und mit dem Stahle Funken gab, dagegen nach der andern Seite hin in ein halbhartes, bis weiches Mineral überging, welches nur noch das specifische Gewicht 2,775 hatte, während das des unveränderten Aplom zwischen 3,65 und 3,85 fällt. Der lebhafte Glanz des Uwarowit verschwindet durch Verwitterung bis fast zum Glanzlosen, wobei das specifische Gewicht von 3,418 bis zu 2,969 herabsinkt.

Im Granit zu *Alabaschka* bei *Mursinsk*[2]) kommen Granate vor, welche blutroth und stark durchscheinend sind, wenn sie ganz frisch sind, was gewöhnlich bei den ganz eingewachsenen Krystallen der Fall ist; sind sie aber nur zum Theil eingewachsen: so erscheint da, wo sie aus dem umliegenden Gesteine hervorragen, durch anfangende Zersetzung die Oberfläche schwarz. Finden sie sich mit Albit verwachsen: so ist auch dessen Oberfläche schwarz gefärbt oder mit schwarzen Dendriten bedeckt.

Ueber Verwitterung des Granat von *Arendal* theilt G. Leonhard[3]) einige interessante Verhältnisse mit. Die äuſsere Rinde derselben ist grün, stark verwittert; im Innern hingegen findet sich ein Kern von rother frischer Farbe. Ein Granatkrystall von ziemlich bedeutender Grösse, rauh, zerfressen und sehr stark verwittert, ist im Innern mit theils krystallisirtem, theils nadelförmigem Wernerit und Epidot angefüllt. Die nicht vollendete Ausbildung dieser beiden Mineralien ist nicht zu verkennen.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LX. S. 594.
[2]) G. Rose Reise. Bd. I. S. 452.
[3]) Jahrb. für Mineral. 1841. S. 75.

Aufser den oben (S. 585) erwähnten Einschlüssen von Mineralien, die den Granaten ganz fremd sind, gibt es noch andere nicht geradezu sichtbare Einmengungen, auf deren Gegenwart man nur aus äufsern Kennzeichen, aus matten Farben, die man oft auf den Flächen der ausgezeichnetsten Krystalle wahrnimmt, schliefst. Trolle-Wachtmeister[1]) schreibt sogar den Granaten eine ausgezeichnete Neigung zu, in ihre chemische Constitution fremde Verbindungen aufzunehmen. Karsten[2]) leitet von diesen häufigen fremdartigen Beimengungen, wovon die Krystalle bei aller Sorgfalt nicht zu befreien sind, die meist vermifste Uebereinstimmung der Sauerstoffquotienten ab.

Die leichte Zersetzbarkeit der Granate, wovon das Folgende noch viele Beispiele darbietet, überhebt uns, weitere Gründe beizubringen, dafs solche nicht sichtbare, fremdartige Beimengungen meist nichts anderes als Zersetzungsproducte dieser Mineralien sind.

Wiegleb[3]) und Bucholz[4]) bemerkten schon ein Aufbrausen bei Behandlung der Kalkgranaten mit Salzsäure; sie fanden 4 bis 4,25% Kohlensäure mit Wasser in derselben. Trolle-Wachtmeister[5]), welcher gleichfalls bei mehreren Kalkgranaten ein Aufbrausen beobachtete, fand, dafs die Säure etwas Kalk auszog. Er macht darauf aufmerksam, dafs die Sauerstoffquotienten mehrerer von ihm analysirter Granate kleiner waren, als sie nach der theoretischen Ansicht von ihrer Zusammensetzung sein sollten. Namentlich zeigte sich dies sehr auffallend beim Eisengranat von *Klemetsaune* in *Norwegen*, dessen Sauerstoffquotient nur 0,6 war, statt dafs er = 1 sein sollte. Er wiederholte mehrmals seine Analysen; die Resultate derselben zeigten aber nur unbedeutende Differenzen. Auch von Kobell[6]) macht auf den Man-

1) A. a. O.
2) A. a. O.
3) Crell's chem. Ann. 1788. Bd. I. S. 201.
4) Gehlen's n. Journ. Bd. IV. S. 172.
5) Poggendorff's Ann. Bd. II. S. 1 u. s. w.
6) Kastner's Archiv. Bd. X. S. 23.

gel der Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung aufmerksam. Es ist klar, dafs der Sauerstoffquotient um so kleiner werden mufs, je mehr in Folge der schon eingetretenen Zersetzung Basen fortgeführt worden sind, die Kieselsäure der zersetzten Silicate aber zurückgeblieben ist. Ist aber Kohlensäure das Zersetzungsmittel: so werden hauptsächlich nur die Basen, nicht aber die Kieselsäure fortgeführt. Zersetzen dagegen kohlensaure Alkalien die Kalkerde (Kap. I. No. 5): so treten an die Stelle der letzteren alkalische Silicate. In den drei Granaten, in welchen 0,59 bis 2,35 % Kali gefunden wurde, mag kohlensaures Kali wirklich das Zersetzungsmittel gewesen sein, welches um so wahrscheinlicher ist, da sie zu den Kalkgranaten gehören. Aber eben defshalb weil unter den vielen analysirten Granaten nur drei kalihaltige sind: so scheint nur in seltenen Fällen kohlensaures Kali die Kalksilicate theilweise zersetzt zu haben.

Bei *Beaujeux* (*Rhône-Departement*) finden sich in einem sehr mächtigen Granatlager Eisenerzgänge [1]). Auch bei *Arendal* kommt der Granat im Nebengestein der Eisenerzlager und zuweilen in Höhlungen derselben vor [2]). Es ist wahrscheinlich, dafs diese Eisenerze von zersetzten Granaten herrühren, in welchem Falle dies mit dem bedeutenden Verluste an Basen im Eisengranat von *Klemetsaune* übereinstimmen würde.

Die Gegenwart der an Kalk gebundenen Kohlensäure in mehreren Granaten ist eine Thatsache. Nach den bisherigen Ansichten betrachtet man diesen kohlensauren Kalk als einen eingesprengten Gemengtheil, unabhängig vom Granat. Hätte man je berücksichtigt, dafs diejenigen Mineralien und Gesteine, in denen Kalkspath sichtbar eingesprengt ist, oder die wenigstens mit Säuren brausen, meist solche sind, welche Kalksilicate enthalten: so würde man schon längst zur Ueberzeugung gekommen sein, dafs der beigemengte kohlensaure Kalk meist ein aus der Zersezzung der Kalksilicate hervorgegangener Gemengtheil sei.

Obgleich nun der den Granaten beigemengte koh-

1) Ebelmen in Berzelius Jahresbericht. Bd. XXVI. S 367.

2) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 480.

lensaure Kalk wohl meist ein solches Zersetzungsproduct ist: so liegen doch Fälle vor, welche auf seine Präexistenz schliefsen lassen. So theilte mir Blum die Beschreibung eines Granat mit, der nur eine papierdicke Rinde bildete, während alles übrige aus Kalkspath bestand. J. Roth[1]) fand im Glimmer haltenden Kalk von *Predazzo* vollständig unversehrt erscheinende, gut auskrystallisirte grüne Granate, die jedoch nur eine Hülle von Granatsubstanz zeigten, während der Inhalt aus einer körnig-splittrigen Granatmasse mit kohlensaurem Kalk gemengt bestand. Er vermuthet, dafs wenigstens in diesem Falle, wo die Flächen durchaus glänzend sind und keine Spur von Verwitterung sich zeigt, der kohlensaure Kalk präexistirt und die Krystallisation der Granatsubstanz verhindert habe. In der Mineraliensammlung zu *Berlin* fand ich gleichfalls einen ganz mit Kalkspath durchwachsenen braunen Granat neben glänzenden Flächen desselben. Auch bei *Arendal* finden sich Granate mit Kalkspath ausgefüllt[2]).

A. Knop[3]) beschreibt die im *Hochstädter* Thale bei *Auerbach* vorkommenden, im Innern u. a. namentlich Kalkspath, Epidot und Quarz enthaltenden Granatkrystalle und die Art ihres Vorkommens. Er spricht sich dagegen aus, dafs es Pseudomorphosen, aber im Sinne von Scheerer dafür, dafs es Kernkrystalle seien. Vergleiche Sillem[4]) über ein Vorkommen von Kalkspath nach Granat.

Da die Granate nur auf nassem Wege entstanden sein können: so ist wohl denkbar, dafs sie bei ihrer Bildung vorhanden gewesenen Kalkspath eingeschlossen haben, und dafs die Gewässer, welche Granatsubstanz enthielten, nach dem Absatze derselben einen Theil des kohlensauren Kalk fortgeführt und dadurch dem Granat Platz verschafft haben. Auf der andern Seite mögen auch zersprungene Granate mit kohlensaurem Kalk ausgefüllt worden sein, welcher sich aus Gewässern abgesetzt hatte. Dies ist namentlich dann zu vermuthen, wenn die Granate, wie so häufig, im körnigen Kalk vorkommen.

1) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. III. S. 147.

2) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 480.

3) Jahrb. für Min. 1858. S. 33.

4) Ebend. 1851. S. 393.

Kapitel XXXIII.

Vesuvian (Idokras).

Vorkommen. Er kommt vor im Serpentin, körnigen Kalk, Dolomit, Diorit, Syenit, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Gneifs, auf Erzlagerstätten und in den vulkanischen Auswürflingen älterer Eruptionen im *Monte Somma*. Entweder findet er sich in einzelnen Krystallen in den Gesteinen eingewachsen oder in Drusenräumen und auf Klüften.

Der Vesuvian hat in geologischer Beziehung eine nur geringe Bedeutung; denn er ist weder ein wesentlicher Bestandtheil irgend einer Gebirgsart, noch kommt er überhaupt in solcher Menge in irgend einer vor, dafs er ihren Charakter etwa so verändern könnte, wie der Granat durch sein häufiges Auftreten im Glimmerschiefer den Charakter dieses Gesteins verändert. Ein Vorkommen der Vesuviane, wie am *Monzoniberg* in *Tyrol*, wo sie in Kalkspath eingewachsen und von grünem Augit begleitet, fast allein einen Felsen, oder mindestens eine mächtige Bank im Diorit bilden, gehört wohl zu den Seltenheiten.

Er ist ein häufiger Begleiter des Granat und in dieser Gesellschaft kommen auch Kalkspath, Epidot, Chlorit, Magneteisen und andere Erze vor. Vergleiche hierüber Söchting[1]). Auf der *Beresowaja Gora* finden sie sich in weifsem, derben Granat eingewachsen[2]). Oft füllen sie Granatkrystalle aus, oder der Granat erscheint auch als Kern in Vesuviankrystallen[3]). An den Vesuviankrystallen aus *Sibirien* bemerkt man kleine, undurchsichtige, granatförmige Körner von grünlich und gelblichweifser Farbe, die einzeln theils nur lose ansitzen, theils darin

[1]) Einschlüsse in Mineralien. Freiberg 1860.
[2]) G. Rose Reise. Bd. II. S. 131.
[3]) G. Leonhard in Jahrb. für Mineral. 1841. S. 75.

tiefer eingewachsen sind [1]). Bei *Bermsgrün* finden sich hohle und zum Theil schalig zusammengesetzte Vesuviankrystalle, die in kalkigem Gesteine mit Wollastonit eingewachsen sind, und im Querbruche abwechselnde Kalkstein- und Vesuvianringe bemerken lassen [2]).

J. Roth [3]) beschreibt Vesuviane von *Predazzo,* welche kleine Partieen von Kalkspath einschliefsen. Da sie aussen gänzlich unzersetzt erscheinen: so ist es nicht wahrscheinlich, dafs der Kalkspath ein Zersetzungsproduct derselben ist. Die Präexistenz des letzteren schliefst aber jede andere Bildungsart der Vesuviane als auf nassem Wege aus.

Zusammensetzung. Die Vesuviane bestehen aus Thonerde-, Eisenoxyd-, Kalkerde und Magnesiasilicaten. Die Thonerde variirt zwischen 17,23 und 10,51 %, das Eisenoxyd zwischen 9,03 und 2,16 %, die Kalkerde zwischen 37,41 und 27,70 % und die Magnesia zwischen 10,6 und 1,54 %. Nur selten finden sich in ihnen geringe Mengen Manganoxydul. Websky [4]) beschreibt einen Vesuvian von *St. Marcell* in *Piemont*, in welchem der Kalk und das Eisenoxydul durch Manganoxydul vertreten werden. Fast immer aber findet sich Kali (0,25 bis 1,32 %).

Die Zusammensetzung der Vesuviane galt bis jetzt ziemlich allgemein für identisch mit den Granaten; obgleich kein einziger der von Klaproth, von Kobell, Karsten, Magnus u. s. w. analysirten Vesuviane, in Beziehung auf das Sauerstoffverhältnifs der Monoxyde zu den Sesquioxyden mit der Zusammensetzung der Granate übereinstimmt. Aus Hermann's [5]) Analysen von 4 russischen Vesuvianen ergibt sich indefs dieses Verhältnifs = 3 : 2.

Mit grofser Sorgfalt analysirte Rammelsberg [6]) 13 Vesuviane von verschiedenen Fundorten. In Betreff

[1]) Klaproth's Beiträge. Bd. II. S. 34.

[2]) Freiesleben Mag. Bd. VI. S. 112 und Naumann Erläuterungen. Bd. II. S. 237.

[3]) A. a. O.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXIX. S. 166.

[5]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLIV. S. 193.

[6]) Poggendorff's Ann. Bd. XCIV. S. 92 u. s. w.

der Ermittelung der Oxydationsstufen des Eisens fand er in den eisenreichen Varietäten oft kein Eisenoxydul. Damit will er jedoch nicht behaupten, dafs dieses gänzlich fehle; denn im Vesuvian von *Eger* fand er selbst 0,45 % und Hermann gibt 0,6 bis 1 % Eisenoxydul an. Da jedoch ein so geringer Gehalt kaum einen Einflufs auf die Rechnung hat: so berechnete er in seinen Analysen den Sauerstoff des Eisens unter der Voraussetzung des Vorhandenseins von blos Eisenoxyd. Die Resultate seiner Analysen nähern sich dem obigen Sauerstoffverhältnisse der Monoxyde zu den Sesquioxyden = 3 : 2 so sehr, dafs er dieses Verhältnifs für das normale hält [1]).

Der Sauerstoffquotient der Vesuviane ist demgemäfs wie der der Granaten = 1, und so ergibt er sich auch aus den Analysen von Magnus und Hermann.

Rammelsberg hatte bei der Analyse der mit kohlensaurem Natron geschmolzenen Vesuviane stets einen Verlust von einigen Procenten (1,48 bis 3,02 %). Da ein solcher Verlust bei der Analyse des stark geglühten oder geschmolzenen Minerals mit Salzsäure nicht eintrat: so mufste eine flüchtige Verbindung in der Hitze fortgegangen sein. Fluor konnte es nicht gewesen sein; denn es zeigte sich nie eine Reaction auf dasselbe [2]). Hermann schreibt Glühverluste bei zweien seiner Analysen von 0,7 und 1,5 % vorhandener Kohlensäure zu. Magnus [3]) Untersuchungen verbreiten hierüber Licht, er fand nämlich, dafs der Vesuvian bei der Schmelzhitze des Silber noch kein Wasser abgibt und dafs er erst, wenn er seinem Schmelzpunkte nahe ist, Wasser mit etwas Kohlensäure entwickelte. Die Menge des Wassers, welche fünf Vesuviane von verschiedenen Fundorten gaben, betrug 0,29 bis 2,98 %, und die Menge der Kohlensäure im Maximum 0,15.

[1]) Die allgemeine Formel für die Vesuviane wurde S. 291 angeführt.

[2]) Da Rammelsberg fand, dafs jeder stark geglühte oder geschmolzene Vesuvian auf Eisenoxydul reagirt, wenn auch dies vorher durchaus nicht stattfand: so deutet es auf die Gegenwart organischer Substanzen. Ein Theil der Glühverluste wird daher von dieser partiellen Reduction herrühren.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVI. S. 347 ff.

Nach Weber, der elf andere Vesuviane untersuchte, steigt der Gewichtsverlust bis auf 3,10 %.

In der Aehnlichkeit der Zusammensetzung der Vesuviane und Granate findet sich auch die Ursache des so häufigen Zusammenvorkommens beider Mineralien. Das oben hierüber Bemerkte zeigt auch, dafs bald die Granate, bald die Vesuviane zuerst gebildet wurden.

Aus dieser ähnlichen Zusammensetzung und aus diesem Zusammenvorkommen schliefsen wir auch auf gleiche Bildungsart; es gilt daher von den Vesuvianen dasselbe, was von der Bildung der Granate gesagt wurde (S. 583 ff.).

Von den Krystallen, welche Klaproth beim Schmelzen des Vesuvian erhalten hatte, war schon oben (S. 590) die Rede. Was wir beim Granat aus dieser Erscheinung gegen die Bildung desselben auf feuerflüssigem Wege geschlossen haben, gilt auch für den Vesuvian, und um so mehr, da die bei seinem Schmelzen erhaltenen Krystallformen in seiner Krystallreihe nicht möglich sind.

Was beim Granat (S. 281 ff.) über seine Zersetzbarkeit in Säuren bemerkt wurde, gilt auch vom Vesuvian. Fuchs[1]) fand, dafs sich derselbe nach dem Glühen durch Säuren vollständig aufschliefsen lasse. Magnus konnte Vesuvian, ungeschmolzen, als feinstes, geschlämmtes Pulver selbst nicht nach längerem Digeriren mit Schwefelsäure zersetzen; nach dem Schmelzen und Pülvern löste er sich aber schon in der Kälte in Salzsäure unter bedeutender Erwärmung auf. Das specifische Gewicht verminderte sich hierbei fast um $^1/_7$ [2]).

Glimmer aus Vesuvian hervorgegangen. Blum[3]) beschreibt zusammengehäufte meist rauhe und drusige Vesuviankrystalle von *Monzoni*, von denen nur einzelne Flächen glatt und glänzend sind, während Blättchen oder sechsseitige Täfelchen von weifsem oder gelblichweifsem Glimmer häufig auf der Oberfläche sitzen und manchmal dieselbe ganz bedecken. An vielen Stellen drang auch der Glimmer ins Innere, so dafs man an

[1]) Schweigger's Journ. Bd. XXIV. S. 376.

[2]) Magnus in Poggendorff's Bd. XXII. S. 391.

[3]) Erster Nachtrag. S. 29.

durchbrochenen Krystallen selbst Gemenge des letzteren mit Vesuvian, dessen Masse etwas porös und nicht frisch ist, findet. Offenbar ist hier der Glimmer ein umgewandelter Vesuvian, obwohl die Umwandlung nicht bis zum Verschwinden des letzteren vorgeschritten ist.

Der Vesuvian von der *Mussa-Alpe* im *Ala-Thal* zeigt nach Rammelsberg an vielen Punkten sehr kleine grünliche Chlorit- oder Glimmerschüppchen in der Masse des Minerals. Wahrscheinlich sind auch diese Umwandlungsproducte.

Die Farbe des von Blum beschriebenen Glimmer läfst auf Kaliglimmer schliefsen. In Ermanglung einer Analyse desselben führen wir die des Vesuvian von *Monzoni*, nach v. Kobell [1]) an (I).

	I.	II. a.	II. b.
Kieselsäure . .	37,64	37,15	39,70
Thonerde . . .	15,42	13,44	12,90
Eisenoxydul . .	6,42	oxyd 6,47	7,40
Manganoxydul .	—	0,95	0,40
Kalkerde . . .	38,24	36,46	36,86
Magnesia . . .	—	2,87	3,18
Kali	—	0,93	nicht bestimmt
	97,72	98,27	100,44

I. War der Vesuvian mit den Glimmerblättchen ebenso zusammengesetzt wie dieser: so könnte, da die Magnesia gänzlich fehlt, die Bildung des Glimmer wohl so gedacht werden, dafs kohlensaures Kali einen Theil des Kalksilicat (Kap. I. No. 5), und Kohlensäure den andern Theil zersetzt habe (Kap. I. No. 1 b.): es würde dann Kalisilicat entstanden und der Kalk als Carbonat fortgeführt worden sein, während die Kieselsäure des zersetzten Kalksilicat in der Mischung geblieben wäre.

II. Vesuvian vom *Ala-Thal* mit den Chlorit- oder Glimmerschüppchen nach Rammelsberg. II a. ungeschmolzener, II b. geschmolzener, nachdem er vorher mit verdünnter Salzsäure digerirt, ausgewaschen, getrocknet

[1]) Kastner's Archiv. Bd. VII. S. 399.

und schwach geglüht worden. Er verlor durch Schmelzen 3 % und verwandelte sich in eine hier und da dunkel gefärbte Masse.

Da II der Zusammensetzung von I sehr nahe kommt: so würde die Bildung der Glimmerblättchen, wenn sie solche sind, auf die angegebene Weise gleichfalls gedacht werden können. So geringe Mengen Magnesia wie in II finden sich manchmal in den Kaliglimmern.

Obgleich diese Bemerkungen nicht über Vermuthungen hinausgehen: so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dafs Vesuviane von der Zusammensetzung I und II zur Umwandlung in Glimmer geeignet sind, und das fast immer vorhandene Kali scheint anzudeuten, dafs sie auch dazu geneigt sind.

Speckstein in Formen von Vesuvian. Nach Blum[1]) scheinen manche Vesuviane von der *Alpe della Mussa* Spuren beginnender Umwandlung zu zeigen. Sie erscheinen etwas fettglänzend und weich, so dafs sie an manchen Stellen leicht mit dem Messer zu ritzen sind. Die Vesuviane aus dem *Oerenburger* Gouvernement sind oberflächlich ganz weich, zum Theil auch voller Risse, zwischen welchen die Veränderung vorgeschritten ist, so dafs manchmal ein Gemeng aus Vesuvian und einer specksteinartigen Masse von der Form von ersterem entstanden ist. Auch am Vesuvian von *Monzoni* beobachtete er eine Umwandlung in Speckstein.

Hinsichtlich des Chemischen gilt dasselbe, was bei der ähnlichen Umwandlung des Granat in Speckstein bemerkt wurde. Ueberhaupt wiederholen sich beim Vesuvian fast ganz dieselben Verhältnisse, wie wir sie beim Granat ausführlicher kennen gelernt haben. Es ist zu vermuthen, dafs wiederholte Beobachtungen an Vesuvianen auch Umwandlungen in Chlorit und Serpentin nachweisen werden. Vielleicht deutet das Vorkommen derselben in Serpentin und die Begleitung mit Chlorit, wie bei den Vesuvianen vom *Monte Somma,* schon darauf hin. Klaproth[2]) bemerkt bei der Analyse dieses Vesuvian, dafs

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 137.

[2]) Beiträge. Bd. II. S. 29.

er durch Schlämmen der gepülverten reinsten Krystalle, die hier und da noch ansitzenden grünlich weifsen zarten Chlorit- und Glimmerblättchen abgesondert habe.

Wernerit und Granat in Formen von Vesuvian beschreibt Sillem[1]). Es sind ziemlich grofse Vesuviankrystalle, welche zu *Egg* in *Norwegen* vorkommen und aus einem Gemenge von vorherrschendem Wernerit und Granat bestehen. Sie sind rauh und drusig und schliefsen Höhlungen ein. An einzelnen Stellen finden sich auf ihnen kleine Werneritkrystalle und an anderen Granatkrystalle.

Analysen des Vesuvian von *Egg* besitzen wir; sie geben aber keine Anhaltspunkte aus denen sich der Umwandlungsprocefs bestimmt charakterisiren liefse. So viel ist aber gewifs, dafs aus dem Vesuvian ein Theil der Kalkerde, der Magnesia und des Eisenoxyd ausgeschieden werden mufste. Die Höhlungen in vorstehenden Pseudomorphosen machen es wahrscheinlich, dafs die Umwandlung blos durch diese Ausscheidungen erfolgt ist und dafs dadurch die Thonerde relativ bis zu dem Verhältnisse zugenommen hat, in welchem sie sich im Wernerit oder Mejonit findet. Im Mejonit ist der Sauerstoffquotient wie im Vesuvian = 1, aber die Thonerde in gröfserer Menge als in diesem vorhanden. Analysen werden den Umwandlungsprocefs aufklären.

Zersetzungen des Vesuvian. Der Vesuvian scheint im Allgemeinen weniger der Verwitterung unterworfen zu sein, wie der Granat. Einige interessante Zersetzungen des Vesuvian von *Arendal* beschreibt G. Leonhard[2]). Dieser erscheint oft in seiner Grundgestalt als Kern anderer Vesuviankrystalle, die jedoch Combinationen von jener sind. Die äufsere Rinde ist in einem sehr verwitterten, häufig gebleichten Zustande, während der im Innern befindliche Kern noch frische glänzende Farbe zeigt[3]). Oft hat es den Anschein, als ob mehrere Ve-

[1]) Blum zweiter Nachtrag. S. 46.

[2]) A. a. O.

[3]) Bei Granaten von der *Alpe della Mussa* in *Piemont* ist der entgegengesetzte Fall wahrzunehmen. Hier ist die Grundform, das

suviankrystalle gleichsam eingeschachtelt wären. So erscheint die Kernform häufig von einem concentrischen Kreise abgeleiteter Formen umgeben, und je mehr sich diese der äufsern Rinde nähern, desto matter, glanzloser und rauher wird die Oberfläche des Minerals. An einem Exemplar ist diese äufsere Rinde zerrissen, zerborsten und wieder durch einen frischen Vesuviankrystall verkittet.

Dies ist ein offenbarer Beweis, dafs sich die Bildung der Krystalle in einer spätern Periode wiederholt hatte. Eine solche Wiederholung ist aber nur auf wässerigem Wege zu begreifen (I. Aufl. Bd. II. S. 506).

Rautendodecaeder von rothbrauner dunkler Farbe schon in Verwitterung begriffen, aber umschlossen von entkanteten Rautendodecaedern, welche hellroth, von schaliger Textur sind und einen besondern Glanz besitzen.

Kapitel XXXIV.

Augit und die ihm verwandten Mineralien.

Die verschiedenen Arten des Augit spielen eine grofse Rolle im Mineralreiche; denn sie kommen, besonders gewisse Arten, nicht blos sehr häufig vor, sondern erleiden auch die mannichfachsten Zersetzungen und Umwandlungen, so dafs sie Material zu vielen secundären Bildungen liefern. Sie sind Silicate der Kalkerde, Magnesia, des Eisen- und Manganoxydul, und in den in vulkanischen Gesteinen vorkommenden Abänderungen tritt noch Thonerde hinzu.

Vorkommen und Bildung. Der gemeine Augit, in Krystallen und in derben Massen, hat wegen seines so sehr verbreiteten Vorkommens in häufig auftretenden Gebirgsmassen, unter den Augitarten die gröfste geologische Bedeutung. Er ist ein wesentlicher Gemengtheil des Basalt, Dolerit, Augitporphyr, Melaphyr, des basaltischen Mandelstein und der Laven, sowohl von noch thätigen Vulkanen (*Vesuv* [1]), *Aetna*, *Stromboli*), als von längst erloschenen (Umgegend des *Laacher-See*, *Eifel*, *Auvergne*, *Teneriffa*, *Bourbon* u. s. w.). Häufig werden wohl ausgebildete Augitkrystalle in Menge von Vulkanen lose ausgeworfen; ebenso finden sie sich im vulkanischen Sande, von verschiedenen Eruptionen des *Vesuv* herrührend und des Kraters auf *Stromboli* sowie unter den Auswürflingen der 1669 gebildeten *Monte Rossi* am *Aetna*, an beiden Orten in grofser Menge [2]). Endlich in vulkanischen und basaltischen Tuffen.

[1]) Der Breislakit, welcher in kleinen haarförmigen Krystallen in gewissen Laven des *Vesuv* und auf dem *Campo di Bove* bei *Rom* vorkommt, ist in seiner Form und Zusammensetzung identisch mit dem Augit. Ed. Chapman Philos. Mag. and Journ. of Sc. IV. Ser. T. II. p. 21.

[2]) Pilla Jahrb. für Mineral. 1846. S. 341.

Die Bildung des Augit in vulkanischen Gesteinen ist schon früher behandelt worden (S. 297).

Der Augit findet sich auch als eigenthümliche Felsart im Augitfels am *Lherzsee* und im Thale *Vicdessos* in den *Pyrenäen*. Endlich wird er auch auf Lagern im älteren Gebirge angetroffen, wie zu *Arendal* in *Norwegen* (im Gneiſs) *Wärmland*, *Bolton* in *Nordamerika* u. s. w.

Der Diopsid findet sich in zolllangen Krystallen auf Gängen im Chloritschiefer zu *Achmatowsk* im *Ural*, am häufigsten in Begleitung von Granat und Chlorit, auf denen er aufgewachsen ist. Er ist mithin eine spätere Bildung als diese, und kann nur auf wässrigem Wege entstanden sein: denn ein auf feurigem Wege gebildeter Diopsid auf einem 12,6 % wasserhaltenden Chlorit sind unvereinbare Dinge. Auch im Erzgebirge finden wir ihn in Begleitung von denselben Mineralien, und zu *Schwarzenstein* mit diesen und mit Hornblende auf Klüften im Hornblendegestein. Sein Vorkommen im Serpentin, (*Alpe de la Mussa* und im *Fichtelgebirge*), im körnigen Kalk (*Straschkau* und *Heinzensgraben* in *Mähren*, bei *Postua* und *Biella*, wo sich Augitkrystalle in Nestern von Marmor finden) [1]), in den dolomitischen Kalksteinen von *New-York* (*Westchester* und *Putnam counties*) [2]), in Gesteinen, welche auf wässrigem Wege entstanden oder metamorphosirt worden sind, sind entschiedene Beweise gegen seine plutonische Bildungsart.

Auch der Malakolith findet sich sehr häufig im körnigen Kalk und im Kalkspath. In Klüften, welche den Glimmerschiefer im *Erzgebirge* nach allen Richtungen durchsetzen, kommt er mit Salit, Diopsid, Granat, Egeran, Chlorit, Hornblende, Strahlstein, Prehnit, Axinit, Glimmer, Asbest, Quarz, Schieferspath, Fluſsspath, Blende, Kupferkies, Kupferlasur, Malachit und Braunstein vor. In schönen 1/4—3″ groſsen Malakolithkrystallen hat man Zirkone ein-

[1]) Studer Geologie der *Schweiz*. Bd. I. S. 298.

[2]) Reports of the Meetings of the Assoc. of americ. Geol. and Naturalists. Boston 1843. p. 251. Der Augit (gemeiner?) kommt in Nordamerika sehr häufig in Kalksteinen vor: so zu *Twopounds*, wo sich Krystalle von 6 Zoll Länge und 10 Zoll Breite finden. Jahrb. für Mineral. 1849. S. 809.

gewachsen gefunden. Auf dem Magneteisensteinlager der *Agegrube* in *Schweden* schliefst Quarz zuweilen Malakolith ein und dieser findet sich auch manchmal in Drusenhöhlen [1]). Zu *Sala* sind die Malakolithkrystalle meist in Bleiglanz, seltener in Kalkspath eingewachsen, ja er scheint nur mit dem Bleiglanz zugleich oder in dessen Nähe vorzukommen, so dafs seine Bildung gewissermafsen abhängig von der jenes Erzes sein dürfte [2]). Bemerkenswerth ist, dafs eckige Bruchstücke von körnigem Kalk wiederum in Menge in Bleiglanz eingeschlossen sind.

Im königlichen Mineralien-Cabinet zu *Berlin* sah ich Salitkrystalle in Bleiglanz und Blende eingewachsen, unter denen einer zersprungen und der Zwischenraum mit Blende ausgefüllt war. Die Blende hatte sich also später als der Salit gebildet. In einer andern Stufe trat noch Kalkspath hinzu, welcher unstreitig von späterer Bildung als Bleiglanz und Blende ist. Ein Kalkspathkrystall war zersprungen und der Zwischenraum mit neuem Kalkspath ausgefüllt. Kalkhaltige Wasser flossen also durch diese Erzlager noch lange nach der Bildung der übrigen Mineralien.

Der Kockolith findet sich, wie die beiden vorhergehenden Augitarten gleichfalls in körnigem Kalk und auf Erzlagerstätten in *Schweden* und *Norwegen* und in kleinern Particen überall in Eisensteinlagern [3]).

F. Sandberger beschreibt einen grofsen Augitkrystall, in welchem durch die ganze Masse zerstreut ein Mineral eingewachsen ist, welches er für Olivin in beginnender Zersetzung begriffen hält.

Nach brieflicher Mittheilung von Blum finden sich endlich kleine Augitkrystalle in Analcim und Comptonit, welche in sehr schönen Krystallen in Drusenräumen des sogenannten Analcimit der *Cyclopeninseln* vorkommen. [4])

[1]) G. Suckow die bedeutendsten Erz- und Gesteinslager im *schwedischen Urgebirge*. 1831. S. 41.

[2]) Daubrée's *Skandinaviens* Erzlagerstätten. Deutsch von G. Leonhard. S. 42.

[3]) Weibye im Arch. für Mineral. Bd. XXII. S. 472.

[4]) Blum führt aufserdem folgende Mineralien an, in denen Au-

Wer kann annehmen, dass Augitkrystalle in Zeolithen auf andere Weise als diese gebildet worden sind?

Grandjean bemerkt nach gefälliger brieflicher Mittheilung, dafs die ausgezeichneten Augit- und Hornblendekrystalle im Basalt bei *Haertlingen* nie im festen Gestein, sondern nur an den Grenzen, wo die Zeolithe auftreten, gefunden werden. In dem festen basaltischen Gestein tritt die Anlage zur Ausscheidung von Krystallen, welche anfangs unförmliche Klumpen darstellen, erst dann hervor, wenn das Gestein sich der Oberfläche und somit dem Einflufs der Atmosphärilien nähert.

Diese Erscheinungen stehen in offenbarem Widerspruch mit der Ansicht, dafs die Augit- und Hornblendekrystalle aus einer feuerflüssigen Masse gebildet worden sind. Wir haben hier dieselben Erscheinungen, wie wir sie im Kap. XLI betrachten werden. Grade ebenso, wie sich die grofsen Quarz- und Feldspathkrystalle nicht im Granit des Gebirgsgesteins, sondern in den Drusenräumen der Granitgänge, also nicht da finden, wo die Abkühlung und Erstarrung am langsamsten, sondern da, wo sie am schnellsten hätte stattfinden müssen: so finden wir auch jene Augit- und Hornblendekrystalle nur da, wo auch die Abkühlung des Basalt am schnellsten hätte vor sich gehen müssen.

Wir halten es für überflüssig, weitere Beweise für die Bildung dieser Augitarten auf nassem Wege aufzusuchen. In den angeführten Fundorten ist an eine andere Bildungsart nicht zu denken, wie jedem Unbefangenen einleuchten mufs. (I. Aufl. Bd. II. S. 528 ff.)

Dessen ungeachtet ist an der Möglichkeit einer Bildung des Augit auf feuerflüssigem Wege nicht im mindesten zu zweifeln. Mitscherlich (I. Aufl. Bd. II. S. 543) fand unter den krystallisirten Schlacken, die man bei mehreren Hüttenprocessen erhält, häufig die Form des Augit, nie aber die der Hornblende. Er und Berthier erhielten beim Zusammenschmelzen von Kieselsäure, Kalk und Magnesia in einem Kohlentiegel, im Feuer des Porcellanofens, einen

git eingeschlossen gefunden wird: Sanidin, Nephelin, Sodalit, Hauyn, Mejonit, Vesuvian, Melilith und Hornblende.

weifsen Augit. Die Masse war gut geflossen, durch und durch spaltbar nach den Spaltungsflächen des Augit, und in einer Höhlung mit den schönsten Krystallen besetzt. Hornblendekrystalle zu erhalten, glückte ihnen indefs nicht, wie auch die Zusammensetzung abgeändert wurde. Als G. Rose Strahlstein in einem Platintiegel im Porcellanofen schmolz, krystallisirte er beim Erkalten in lauter Augitkrystallen.

Folgende krystallinische Hüttenproducte wurden analysirt: I. von Hausmann[1]); II. eine Schlacke von einem mit Coaks betriebenen Hochofen zu *Ougrée* bei *Lüttich*, welche in den Formen des Augit vorkommt nach Montefieri Levi[2]); III. augitartige Krystalle einer Hochofenschlacke, von dem Eisenwerk zu *Kufskberg* im *Banater* Grenzbezirk von Richter[3]).

	I.	II.	III.
Kieselsäure . .	54,70	42,75	45,55
Thonerde . . .	1,54	9,09	7,12
Eisenoxydul . .	0,08	2,77	2,17
Manganoxydul .	1,66	4,64	2,35
Kalkerde . . .	23,56	38,19	34,20
Magnesia . . .	15,37	0,74	6,31
Natron	1,94	—	—
Kali	1,15	0,39	—
	100,00	98,57	97,70
Sauerstoffquotient	0,511	0,77	0,70

Der Sauerstoffquotient von I entspricht dem normalen der Augite (S. 623) so nahe, als man nur immer erwarten kann. Es ist demnach die Bildung des Augit auf feuerflüssigem Wege mineralogisch wie chemisch entschieden bewiesen. Die Gegenwart der Alkalien zeigt ferner, dafs geringe Mengen derselben die alkalischen

[1]) Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaft zu *Göttingen*. 1851. Dec. 1. F. Sandberger (Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIII. S. 457 beschreibt Augitkrystalle auf Schlacken, herrührend von einer Eisenhütte. Auf Klüften des Gestellsteins fanden sich in der Richtung der Hauptaxe sehr verlängerte bräunlichgraue Prismen, wie sie am Diopsid und Salit vorkommen.

[2]) Jahresber. 1854. S. 818.

[3]) Ebend. 1855. S. 922.

Erden vertreten können. Auch neuere Analysen von Augiten weisen die Gegenwart geringer Mengen von Alkalien nach.

Rammelsberg[1]) lieferte schätzenswerthe Analysen verschiedener krystallinischer Eisenhochofenschlacken, welche zeigen, was aufser dem schon bekannten, auf feuerflüssigem Wege gebildet werden kann.

Schlacken des Hochofens von *Mägdesprung* am *Harz* bilden ein grünlichbraunes, vollkommenes Glas, worin fast immer einzelne olivengrüne, undurchsichtige Krystalle auftreten, ja manchmal so überwiegen, dafs die glasige Grundmasse nur hier und da noch zwischen den krystallinischen Partieen erscheint. Diese Krystalle sind Prismen von quadratischem, oft von rectangulärem Durchschnitte, zuweilen auch Rhomben oder Prismen mit zweiflächriger Zuschärfung der Enden. Freistehende Krystalle sind in Höhlungen dieser Schlacken nicht selten. Andere Schlacken, wegen ihres gröfseren Gehaltes an Eisenoxydulsilicat von dunkleren Farben, haben das Ansehen sehr flacher Oblongoctoeder. Alle diese Schlacken sind Silicate von Thonerde, Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul[2]), und die Zusammensetzung der glasigen oder amorphen und der steinigen oder krystallinischen Masse ist dieselbe.

Nimmt man mit Rammelsberg die zwischen 5 und 11 % schwankende Thonerde für einen elektronegativen, die Kieselsäure ersetzenden Bestandtheil: so ergibt sich, dafs diese Schlacken Bisilicate (Aluminate) sind; mithin im Allgemeinen die Mischung der Augite haben. Es hat allerdings nicht den Anschein, als sei ihre Krystallform die des Augit; indefs, meint Rammelsberg, könnte wohl die Verbindung von der Zusammensetzung der Augite dimorph sein.

Von gleicher Natur scheint eine von Berthier[3]) analysirte Schlacke zu sein, welche in einer dichten, grünen, steinigen Grundmasse 4- und 8seitige Prismen ent-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXIII. S. 95.

[2]) Unter 29 Analysen finden sich 10 mit einem Kaligehalt von 0,08—2,69 %.

[3]) Chimie minerale. T. II. p. 227.

hält. Der Sauerstoff der Basen verhält sich hier zu dem der Kieselsäure und Thonerde wie 1: 2.

Ganz übereinstimmend im Aeufsern mit jenen Schlakken erscheint eine von Credner[1]) untersuchte von *Louisenthal*, aus welcher würfelähnliche, quadratische Prismen und Tafeln, seltener rhombische Prismen mit Zuschärfungsflächen auf den stumpfen Seitenkanten zum Theil in Höhlungen frei hervortreten. Die chemische Untersuchung bestätigt auch hier die gleiche Zusammensetzung der amorphen und krystallinischen Schlacke. In ihr verhält sich der Sauerstoff der Basen zu dem der Thonerde und Kieselsäure ziemlich nahe wie 2: 3.

Andere krystallisirte Schlacken, wie eine von Nöggerath beschriebene von dem Hochofen *Olsberg* bei *Bigge* in *Westphalen*[2]) von der Form des Augit, welche Rammelsberg analysirte, so wie ähnliche, nach den Analysen von Percy und Forbes, sind als Verbindungen von Bisilicat (Aluminat) und Trisilicat (Aluminat) in solchem Verhältnisse zu betrachten, dafs beide Silicate gleich viel Basis enthalten.

Eine Hochofenschlacke von *Ilsenburg* am *Harz*, aus welcher bei langsamem Erkalten hier und da sechsseitige Tafeln mit abgestumpften Kanten hervortreten, scheint ein Trisilicat (Aluminat) und identisch mit derjenigen zu sein, welche F. Koch[3]) krystallographisch beschrieben hat.

Sechs Schlacken von verschiedenen Hochöfen, deren Krystalle quadratische Prismen, oft mit gerader Abstumpfung der Seitenkanten sind, zeigten sich nach Percy und Forbes[4]) von gleicher Beschaffenheit und Zusammensetzung. Unter den Mineralien sind es der sogenannte derbe Gehlenit, eine wenig bekannte Substanz, und der Humboldtit (Melilith), welche dieselbe Krystallform und Zusammensetzung haben; nur enthält der letztere neben Thonerde noch Eisenoxyd und neben wenig Kali eine gröfsere Menge Natron.

[1]) N. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1837. S 647.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XX. S. 501.

[3]) Beitr. zur Kenntnifs krystall. Hüttenproducte. Göttingen 1822.

[4]) On crystalline Slags. Report of the sixteenth meeting of the British Association etc. 1846.

Eine andere Schlacke (von *Oldburg*) in dünnen rechtwinklig vierseitigen Tafeln hatte gleichfalls die Zusammensetzung des Gehlenit nach Rammelsberg's neuesten Untersuchungen [1]).

Die genaueren krystallographischen Bestimmungen der krystallisirten Schlacken von *Mägdesprung* war nicht möglich, da selbst die deutlichsten Prismen nur immer theilweise aus der Masse heraustreten, und die Rundung ihrer Flächen und Kanten durch einen Ueberzug von glasiger Schlacke Messungen nicht erlaubt. Davon habe ich mich selbst überzeugt, als Rammelsberg die Güte hatte, mir die krystallisirten Schlacken zu zeigen. In solchen Fällen fehlt also die genaue krystallographische Vergleichung der künstlichen Krystallgestalten mit den natürlichen. Merkwürdig ist indefs die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung jener krystallisirten Schlacken von *Mägdesprung* mit der der Augite, obwohl die Krystallform verschieden ist. Auf der andern Seite ist es auffallend, dafs die von Nöggerath beschriebene Schlacke genau die Krystallform des Augit hat, aber in ihrer Zusammensetzung von der dieses Minerals abweicht. Es scheint in der That eine besondere Tendenz zur Bildung augitischer Massen bei langsamer Abkühlung der Schlakken, sei es in der Zusammensetzung oder in der Krystallform stattzufinden.

Eine Eigenthümlichkeit gewisser Hochofenschlacken nach dem Erstarren in lebhafte Bewegung zu gerathen und dabei entweder zu krystallisiren oder zu einem lockeren Pulver zu zerfallen, beobachtete Zincken [2]). Wenn sich nämlich beim Hochofenprocefs zu *Mägdesprung* im Vorheerde Schlackenknoten bilden und noch weich herausgezogen werden: so dringen beim Zerschlagen der noch dunkelroth glühenden Stücke aus der ganzen Bruchfläche unter deutlichem Erglühen und mit grofser Schnelligkeit eine Menge Krystalle heraus, die jedoch nie so vollkommen scharf ausgebildet sind, wie die in den Höhlungen der Schlacken entstandenen.

[1]) Drittes Suppl. zu seinem Handwörterb. S. 47.

[2]) Erdmann's Journ. für techn. und ökonom. Chemie. Bd. II. S. 396.

Im Basalt und in basaltischen Laven gehören Augitkrystalle zu den Seltenheiten, obgleich diese Gesteine wie jene Schlacken die Bestandtheile des Augit enthalten. Von den Lavaströmen wissen wir es, dafs sie feuerflüssigen Ursprungs sind, und dafs die mächtigen unter ihnen Jahrzehnte zu ihrer Erstarrung und Erkaltung brauchen. Bei diesen sind also die Bedingungen zur Krystallbildung in weit höherem Grade als bei den schnell erstarrenden Hüttenschlacken gegeben. In noch höherem Grade würden diese Bedingungen stattgefunden haben beim Basalt, der an manchen Orten mächtige Gebirge bildet, welche, wenn sie einen feuerflüssigen Ursprung hätten, Jahrtausende zu ihrer Erstarrung gefordert haben würden. Damit ist aber das verhältnifsmäfsig seltene Vorkommen des Augit im Basalt im Widerspruch.

Verhalten zu Säuren. In den mineralogischen Werken wird angeführt, dafs der Augit von den Säuren sehr unvollkommen zerlegt werde. Die Kenntnifs dieses Verhaltens ist von Wichtigkeit, indem gröfsere oder geringere Zersetzbarkeit eines Minerals auf künstlichem Wege, durch unsere kräftigen Säuren, ein Mafsstab für seine Zerlegung durch die im Mineralreiche allgemein verbreitete schwache Kohlensäure ist; denn was jene in kurzer Zeit bewirken, leistet diese in einer sehr langen.

Einige Augitkrystalle, hier und da etwas angefressen, seit undenklichen Zeiten im *Laacher See* gelegen, und aus denen das Seewasser gewifs alles Ausziehbare weggenommen hatte, wurden auf folgende Weise geprüft. Distillirtes Wasser wurde über ihnen eine Zeitlang gekocht, um alle atmosphärische Luft, die in Poren oder in feinen Spalten eingeschlossen sein konnte, zu entfernen. Beim nachherigen Zugiefsen von Salzsäure wurde genau beobachtet, ob nicht Gasbläschen aufstiegen; es war aber auch nicht ein einziges wahrzunehmen. Die Augite enthielten also nicht eine Spur von Carbonaten; die verdünnte Säure färbte sich aber grüngelblich, und diese Färbung nahm beim Kochen zu. Die qualitative Prüfung der sauren Flüssigkeit zeigte die Gegenwart von Eisenoxyd, Kalkerde und Magnesia. Nach gehörigem Auswaschen der Augite übergofs man sie mit concen-

trirter Salzsäure und liefs sie über Nacht in gelinder Digestionswärme stehen. Dies wurde viermal wiederholt und auch die letzte Säure löste aufser Eisen Spuren von Kalkerde und Magnesia auf. Als noch zweimal Salzsäure auf die Augite gegossen wurde, und jedesmal fünf Tage darüber in gewöhnlicher Temperatur stehen blieb, färbte sie sich nicht mehr. Beim gelinden Erwärmen des letzten Aufgusses erschien aber bald wieder die grünlichgelbe Färbung.

Es ergibt sich hieraus, dafs Salzsäure in gelinder Digestionswärme den Augit in kurzer Zeit angreift; denn das was später ausgezogen wurde, konnte kein Zersetzungsproduct gewesen sein, da ein solches, wenn es vorhanden war, gewifs schon bei der ersten Behandlung mit der Säure entfernt wurde.

Aus anderen Augitkrystallen aus dem *Laacher See*, fein gepülvert und geschlämmt, extrahirte Salzsäure 3,15 %, bestehend aus 0,10 Kieselsäure, 0,41 Thonerde, 1,56 Eisen- und Manganoxydul, 0,98 Kalkerde, und 0,10 Kali und Natron. Der Rückstand enthielt gleichfalls Alkalien. Diese Krystalle waren mehr oder weniger alterirt, die Kanten und Ecken abgerundet, die Flächen glanzlos, rauh und hier und da mit kleinen Grübchen und feinen Rissen durchzogen; die unebenen Bruchflächen waren jedoch glänzend. Fremdartige Mineralien in den Grübchen waren unter der Lupe nicht wahrzunehmen.

Nach Heidepriem[1]) wird gepülverter Diopsid durch mehrtägiges Digeriren mit Salzsäure ziemlich stark angegriffen. Bei einem Versuche wurden 11,23 % zersetzt, und die Zusammensetzung dieses zersetzten Theils stimmte mit der des Minerals vollkommen überein.

Die Augite werden nach dem Schmelzen und Erstarren von Säuren nicht mehr angegriffen, als in ihrem ursprünglichen Zustande.

Zusammensetzung. Die früheren Analysen der eisenreichen Augite haben ihren Werth verloren, weil damals keine sichere Methode zur Bestimmung der Oxydationsstufen des Eisens bekannt waren. Diese Lücke

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. II. S. 141.

in den früheren Analysen bemühte sich Rammelsberg [1]) durch seine sehr dankenswerthe Arbeit auszufüllen. Er fand, dafs das Eisen in den dunkeln, thonerdehaltigen Augiten sowohl als Oxydul, wie auch als Oxyd enthalten ist, und bestimmte die relativen Quantitäten dieser beiden Oxydationsstufen.

In der I. Aufl. Bd. II. S. 513 ff. wurden die Sauerstoffquotienten der bis dahin bekannt gewordenen Analysen mitgetheilt. Wir haben diejenigen unter den thonerdefreien Augiten ausgeschlossen, welche unzweifelhaft schon mehr oder weniger verändert waren und daraus den Schlufs gezogen, dafs man 0,5 als den normalen Sauerstoffquotienten annehmen kann; den der thonerdehaltigen Augite haben wir unter der Voraussetzung berechnet, dafs die Thonerde ein elektronegativer Bestandtheil sei (I. Aufl. Bd. II. S. 522 ff.). In diesem Falle nähert er sich dem der thonerdefreien Augite = 0,5, und man könnte dann für beide Klassen von Augiten denselben Sauerstoffquotienten annehmen.

Im Nachstehenden beschränken wir uns auf die Mittheilung der von Rammelsberg unternommenen Analysen I bis VIII [2]). In Betreff der thonerdehaltigen wurden die Sauerstoffquotienten ermittelt: 1) wenn man die Thonerde als elektropositiven, 2) wenn man sie als elektronegativen Bestandtheil annimmt. Es bestätigt sich das vorhin Gesagte, dafs nur die letztere Annahme zu dem normalen Sauerstoffquotienten = 0,5 für die thonerdehaltigen Augite führt. Rammelsberg bringt die sämmtlichen Augite in folgende Abtheilungen:

A. Thonerde- und einsenoxydfreie, d. h. Silicate von Monoxyden.

B. Thonerdefreie, eisenoxydhaltige.

C. Thonerde- und eisenoxydhaltige.

D. Eisenoxydfreie, thonerdehaltige.

[1]) Ueber die krystallogr. und chem. Beziehungen von Augit und Hornblende. Poggendorff's Ann. Bd. CIII. S. 273 und 435.

[2]) Rammelsberg fand in den von ihm untersuchten Augiten kein Alkali oder nur Spuren davon, was mit den Angaben von Kudernatsch übereinstimmt, dem wir eine Reihe sorgfältiger Augitanalysen verdanken.

	A.	B.		
	I.	II.	III.	IV.
Titansäure	—	1,11	—	—
Kieselsäure	56,03	51,66	50,25	51,22
Thonerde	—	—	1,22	—
Eisenoxyd	—	28,28	22,07	11,00
Eisenoxydul	1,38	5,23	8,80	10,26
Manganoxydul	—	0,69	1,40	7,91
Kalkerde	25,05	—	5,97	19,32
Magnesia	17,36	—	1,28	0,77
Natron	—	12,46	9,29	—
Kali	—	0,43	0,94	—
Glühverlust	—	0,39	—	0,44
	99,82	100,25	100,72	100,92
S.-Q. die Thonerde als Base	0,495	0,487	0,538	0,496
S.-Q. die Thonerde als Säure	—	—	0,506	—

	C.					D.
	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Kieselsäure	47,38	47,52	51,12	50,03	48,86	49,61
Thonerde	5,52	8,13	3,38	3,72	8,63	4,42
Eisenoxyd	3,85	5,83	0,95	2,36	2,73	—
Eisenoxydul	7,89	7,77	5,45	6,65	4,54	9,08
Manganoxydul	0,10	0,40	2,63	0,15	Spur	—
Kalkerde	19,10	18,25	23,54	22,85	20,62	22,83
Magnesia	15,26	12,76	12,82	13,48	14,01	14,22
Natron	—	—	—	—	—	—
Kali	—	—	—	—	—	—
Glühverlust	0,43	—	—	—	—	—
	99,53	100,66	99,89	99,24	99,39	100,16
S.-Q. die Thonerde als Base	0,69	0,715	0,583	0,61	0,683	0,630
S.-Q. die Thonerde als Säure	0,533	0,486	0,494	0,509	0,452	0,509

I. Weifser Malakolith von *Retzbanya.*

II. Akmit.

III. Aegirin.

IV. Babingtonit.

V. Augit von den *Monti Rossi* bei *Nicolosi* am *Aetna.*

VI. Augit von *Härtlingen* im *Westerwald.*

VII. Augit von *Schima* in *Böhmen*.

VIII. Augit vom *Laacher See*.

IX. Porphyrartig eingewachsene Augitkrystalle aus der Vesuvlava von 1631, nach Wedding[1]).

X. Augit der Vesuvlava von 1858. Der Augit ist in der schwarzen porösen Lava nicht zu sehen, aber bei längerem Liegen der Lava in verdünnter Salzsäure wird sie weifs und zerreiblich, und dann treten scharf ausgebildete schwarze Augitkrystalle hervor; nach Rammelsberg[2]).

Es ergibt sich also auch aus allen diesen neuern Analysen, dafs man den Sauerstoffquotienten = 0,5 für den normalen annehmen kann, sowohl für die thonerdefreien, als thonerdehaltigen, wenn in letzteren die Thonerde als Säure betrachtet wird. Es sind demnach die thonerdefreien Augite reine Bisilicate, die thonerdehaltigen Bisilicate gemischt mit Bialuminaten[3]).

Hornblende in der Form von Augit. Mit dem Namen Uralit bezeichnet G. Rose[4]) Krystalle, welche mit der Form des Augit die Structur und Spaltbarkeit der Hornblende verbinden. Er fand ihn zuerst am *Ural*, wo er aufserordentlich verbreitet ist; später jedoch auch in den Augitporphyren in der Nähe von *Predazzo* in *Tyrol*, in Geschieben zu *Mysore* in *Ostindien*, auf den *Jungferninseln* in *Westindien*, und am *Tunguraguo* in *Quito*. Auch der Smaragdit von *Corsica*, welcher in Krystallen oder krystallinischen Körnern in Saussurit eingewachsen ist, ist nach ihm[5]) nichts anderes als Uralit. Der Uralit kommt am *Ural* nur in Krystallen, eingewachsen in einer eigenthümlichen Abänderung des Augitporphyr vor. Hier findet er sich in der gewöhnlichen Krystallvarietät des gemeinen Augit und in Zwillingsverbindungen dieser Form.

[1]) Jahresber. 1859. S. 780.

[2]) Ebend. 1860. S. 758.

[3]) Kenngott's Bemerkungen in Beziehung auf eine Isomorphie zwischen Kieselsäure und Thonerde sind indefs nicht aufser Acht zu lassen. Jahresber. 1854. S. 804.

[4]) Ueber den Uralit in der Reise nach dem *Ural* u. s. w. Bd. II. S. 347 ff. Vergl. auch Blum die Pseudomorphosen. S. 154 ff.

[5]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXI. S. 610.

Allein so übereinstimmend die Form des Uralit mit der des Augit ist, so verschieden ist doch deren Structur. Die Krystalle sind nämlich nur spaltbar nach zwei Richtungen, die über der secundären Fläche *r*, unter einem Winkel von 124° 30′, also wie die Spaltungsflächen der Hornblende, gegen einander geneigt sind.

Zuweilen kommt der Uralit im Augitporphyr mit Augit zusammen vor, dann ist er aber stets regelmäfsig mit diesem verwachsen. Die Uralitkrystalle sind von verschiedener Gröfse. Die kleineren haben im Innern ganz das gewöhnliche Ansehen des Uralit; die gröfseren besitzen aber einen mehr oder weniger grofsen Kern von Augit, der eine lichte grasgrüne Farbe und Glasglanz hat, und sich dadurch von der schwärzlichgrünen Hülle unterscheidet, in welche er sich jedoch verläuft. Dieser Kern hat ganz das Ansehen, wie das Innere der Augitkrystalle, die an anderen Orten für sich allein im Augitporphyr vorkommen; er findet sich aber stets in regelmäfsiger Verwachsung mit dem umgebenden Uralit. Die Spaltungsflächen des Augit liegen mit denen des Uralit in einer Zone, und sind den äufsern Flächen parallel. In den gröfseren Krystallen ist der Augitkern oft sehr grofs und nimmt dann fast das ganze Innere ein, indem die Masse des Uralit nur einen schmalen dunkler gefärbten Rand um denselben bildet. In andern Krystallen, besonders in kleinern, ist dieser Kern nur klein, und bildet oft nur ein lichtes Pünktchen im Innern der schwärzlichgrünen Masse und in anderen fehlt er ganz.

G. Rose wies am Augit von *Arendal*[1]) einen vollkommenen Uebergang nach von äufserlich glänzenden Krystallen, die im Innern nicht die mindeste Spur von Hornblendemasse enthalten, bis zu den äufserlich drusigen Krystallen, welche im Innern nicht die geringste Spur von Augit zeigen, obgleich sie die äufsere Form des letzteren haben. Die Vorstellung einer Verwachsung von Augit- und Hornblendemasse sei daher wenig wahrschein-

[1]) Ein ausgezeichnetes Exemplar dieser Art, auf welchem die beschriebenen Verhältnisse deutlich zu erkennen sind, habe ich im königl. Mineraliencabinet zu *Berlin* gesehen.

lich; vielmehr dränge sich hier der Gedanke auf, dafs dieser ganze Uebergang durch allmälige Umänderung der Masse des Augit in die der Hornblende hervorgebracht wurde, und dafs der Uralit eine Pseudomorphose von Hornblende in Formen von Augit ist. Diese Pseudomorphosen gehören zu den selteneren, welche Spaltungsflächen haben.

Die Hornblendekrystalle, welche den Augitkrystall vollständig bedecken, sind innerlich mit eisenhaltigem Kalkspath erfüllt und brausen mit Säuren. Oft ist dieser zersetzt und statt seiner sind Höhlungen entstanden, die nur zum Theil mit Eisenocher ausgefüllt sind; andere bestehen aber im Innern aus einer vollkommen homogenen Hornblendemasse, in welcher man nicht die geringste Spur von Augitmasse sehen kann.

Blum stimmt diesen Ansichten vom Uralit um so mehr bei, als sie in der Natur der Sache begründet sind, und als er aufserdem Gelegenheit hatte, die Umwandlung des Augit in Hornblende auch an Augiten zu *Traversella* in *Piemont* und aus der *Orange-County* in *New-York* zu beobachten (I. Aufl. Bd. II. S. 539).

Den Umwandlungsprocefs des Augit in Uralit erkannte schon Blum gewifs ganz richtig, dafs nämlich bei dieser Umwandlung Kalkerde ausgeschieden und Magnesia aufgenommen wird. Um so weniger kann man an diesem Austausche zweifeln, da der oben bemerkte eisenhaltige Kalkspath in Hornblendekrystallen nichts anderes als ein Zersetzungsproduct des Augit sein kann.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure	53,05	41,9	—	—
Thonerde .	4,56	16,6	—	—
Eisenoxydul	16,37	oxyd 11,7	—	—
Manganoxydul	—	oxyd 1,6	—	—
Kalkerde .	12,47	11,6	Max. 24 Min. 18	Max. 14 Min. 10 %
Magnesia .	12,90	15,4	—	—
Glühverlust	—	1,2	—	—
	99,35	100,0		

I. Uralit vom See *Battym* bei *Katharinenburg*, nach Kudernatsch [1]).

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXVII. S. 586.

II. Uralit von *Pasto Grande, Chili*, nach Domeyko [1]).

III. Maximum und Minimum der Kalkerde der thonerdehaltigen Augite.

IV. Maximum und Minimum der Kalkerde der thonerdehaltigen Hornblenden.

In beiden Uraliten beträgt die Magnesia etwas mehr als die Kalkerde: ein Verhältnifs, wie wir es auch bei einigen Hornblenden finden.

Aus III und IV ergibt sich, dafs das Maximum des Kalkerdegehaltes in den Honblenden noch nicht das Minimum desselben in den Augiten erreicht. Hieraus folgt, dafs aus dem Augit Kalkerde ausgeschieden und dagegen Magnesia aufgenommen werden müsse, wenn er sich in Hornblende umwandeln soll. Einem solchen Austausche unterliegt der Augit, wie wir unten sehen werden, bei mehreren seiner Umwandlungsprocessen. Seine Umwandlung in Hornblende erscheint als der erste Act, wobei nur das relative Verhältnifs der Kalkerde und Magnesia sich ändert; denn in den thonerdehaltigen Augiten prädominirt stets die Kalkerde gegen die Magnesia, und in den thonerdehaltigen Hornblenden prädominirt umgekehrt, mit sehr wenigen Ausnahmen, diese gegen jene.

Das Gesetz Kap. I. No. 16 erklärt am einfachsten die Umwandlung des Augit in Hornblende. Die Fortführung der Kalkerde als Carbonat zeigt auch der S. 625 erwähnte eisenhaltige Kalkspath, womit die aus Augit hervorgegangene Hornblende erfüllt ist. Nach G. Rose [2]) lassen auch die Uralitkrystalle in dem Augitporphyr unweit *Pyschma* beim Herausschlagen glatte Eindrücke in dem Gesteine zurück, welches an diesen Stellen gewöhnlich mit einer dünnen Haut von braunem Eisenocher bedeckt ist.

Es ist daher auch ein Theil des Eisenoxydulsilicat zersetzt und Eisenoxydhydrat ausgeschieden worden. Eine vergleichende Analyse von Augit und der daraus hervorgegangenen Hornblende würde wohl einen Verlust an Eisen nachweisen.

Das specifische Gewicht der Augite fällt zwischen

[1]) Ann. des Mines. T. IX. S. 405.

[2]) Reise. Bd. I. S. 285.

3,195 und 3,525, und das der Hornblende zwischen 2,931 und 3,445. Im Allgemeinen zeigen daher die Augite ein gröfseres specifisches Gewicht als die Hornblenden. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit einer Umwandlung der ersteren in letztere mit Verlust von Bestandtheilen, ohne dafs sich das Volumen zu ändern braucht.

Die Hornblendeform soll sich nach G. Rose bei langsamerer, die Augitform bei schnellerer Abkühlung bilden [1]). Wir glauben diese Ansicht, der auch die von F. Sandberger, Grandjean und Blum [2]) nachgewiesene gleichzeitige Bildung des Augit und der Hornblende, wo beide zusammen vorkommen, widerspricht, widerlegt zu haben (I. Aufl. Bd. II. S. 543 ff.).

Wir sind geneigt, mit G. Rose die Hornblende, namentlich in den Basalten, für ein Umwandlungsproduct des Augit zu halten; denn am Materiale dazu, an der augitischen Grundmasse, fehlt es nicht im Basalt. Diese Umwandlung kann aber nur auf nassem Wege gedacht werden, und seine Bemerkung, dafs die Umwandlung, wie bei den Krystallen von *Arendal*, durch kleine Risse und Spalten begünstigt schnell in das Innere gedrungen sei, ist in dieser Beziehung gar nicht unwichtig; denn dafs die Gewässer durch die feinsten Risse dringen, ist bekannt, aber nicht, dafs die Hitze durch dieselben leichter als durch die festen Massen dringe. Man kann nicht einwenden, dafs die Hornblende im Basalt nicht in Formen von Augit vorkomme; denn wandelt sich eine formlose Augitmasse in Hornblende um: so wird letztere ihre eigene Krystallform annehmen.

Umwandlung des Augit in Asbest. Eine gänzliche Umwandlung zeigen, nach Blum [3]), die grünen Augitkrystalle aus dem *Brozzothal* in *Piemont*, in welchen man die Veränderung vom ersten Beginnen bis zur gänzlichen Vollendung verfolgen kann. Zuerst ändern sich Farbe, Glanz und Durchsichtigkeit, die Krystalle überziehen sich mit einem feinfaserigen Gewebe von Asbest,

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXII. S. 336.

[2]) Jahresber. 1851 S. 772 und Jahrb. für Mineral. 1851. S. 658.

[3]) Die Pseudomorphosen. S. 165.

und werden endlich ganz in einen weifsen, seidenglänzenden Büschel von Amianth umgewandelt, wobei sie stets ihre Form verlieren. Einzelne Büschel liegen hier und da auf dem Gesteine, welches aus einem Gemenge von grünem, etwas körnigem Augit und Magneteisen besteht. Die Gegenwart des letzteren zeigt an, dafs bei dieser Umwandlung Eisenoxyduloxyd ausgeschieden wurde.

Ein Exemplar aus dem *Val Locana* in *Piemont* zeigt gleichfalls eine Umwandlung der Augitkrystalle in ein verworrenes Gewebe von Asbestfasern, ähnlich dem Bergkorke, wobei die Schärfe der Kanten und Ecken ganz verschwunden und die Oberfläche der Krystalle rauh, uneben, drusig geworden sind. Beim Zerbrechen der Krystalle sieht man, wie jene Asbestmasse mehr oder weniger tief in dieselben eingedrungen und in der Mitte noch ein deutlicher grüner Augitkern vorhanden ist.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	54,50	55,85	55,87	58,20	57,98	57,50
Thonerde	1,10	0,56	—	0,14	0,58	—
Manganoxydul	—	—	1,12	0,21		—
Eisenoxydul	3,00	5,22	4,31	3,08	6,32	3,88
Kalkerde	21,41	11,66	17,76	15,55	12,95	13,42
Magnesia	18,96	23,99	20,33	22,10	22,38	23,09
Wasser	1,19	2,15	—	0,14	—	2,36
	100,16	99,43	99,39	99,42	100,21	100,25
Sauerstoffquot.	0,526	0,495	0,485	0,469	0,454	0,467

	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Kieselsäure	57,20	45,57	58,48	58,19	55,20	43,9
Thonerde	—	3,00	0,88	0,18	—	1,9
Manganoxydul	—	—		—	—	—
Eisenoxydul	4,37	19,73	9,22	7,93	11,82	52,2
Kalkerde	13,39	4,40	0,04	—	—	0,5
Magnesia	22,85	23,40	31,38	30,79	30,73	1,1
Wasser	2,43	2,00	—	1,86	2,25	—
	100,24	98,10	100,00	98,95	100,00	99,6
Sauerstoffquot.	0,469	0,685	0,473	0,454	0,513	0,514

I. Diopsid von *Reichenstein,* welcher zum Theil ganz in Asbest übergeht.

II. Asbestartiges Mineral, welches aus I hervorgegangen ist. Beide Analysen nach Richter[1]).

III. Langfaseriger Asbest von *Schwarzenstein* im *Zillerthal* hat, nach Meitzendorff[2]), ganz die Zusammensetzung des reinen, thonerdefreien Augit. Demgemäfs wäre es möglich, dafs ein Augit sich in Asbest umwandeln könnte, ohne Veränderung seiner Zusammensetzung.

IV. Asbest von *Tarantaise* in *Savoyen*, nach Bonsdorff[3]) 0,66 % Flufssäure enthaltend.

V. Kymatin von *Kuhnsdorf* im *sächsischen Voigtlande*, (Breithaupt) ist, nach Rammelsberg[4]), ein Asbest, wie der vorhergehende, von der Zusammensetzung der reinsten Hornblende, des Tremolit.

VI. Langfaseriger weifser Asbest aus *Tyrol*, nach Scheerer.

VII. Bergkork aus dem *Zillerthal*, nach Dems.[5]).

VIII. Asbest von *Pitkaranda* am *Ladoga See*, nach Hess[6]). Nach Blum[7]) ist dieser Asbest ein Augit, der eine Umwandlung in asbestartige Hornblende erlitten hat.

IX. Asbest von *Koruk* in *Grönland*, nach Lappe[8]).

X. Asbest vom *Ural* an den Quellen des *Tschussowaja*, auf Gängen in Serpentin, nach Heintze[9]).

XI. Bergholz von *Staaten-Eiland* nach Beck[10]).

XII. Asbestartiger Augit nach Gruner[11]).

Die Vergleichung von II mit I zeigt, dafs die Umwandlung des Diopsid in ein asbestartiges Mineral wesentlich mit einer theilweisen Verdrängung der Kalkerde durch Magnesia verknüpft ist. Es ist also wieder derselbe Umwandlungsprocefs wie beim Augit in Hornblende;

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 384 und 383.
[2]) Ebend. Bd. LII. S. 626.
[3]) Schweigger's Journ. Bd. XXXV. S. 140.
[4]) Suppl. I. S. 73.
[5]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 383.
[6]) Kastner's Archiv. Bd. V. S. 321.
[7]) A. a. O. S. 164.
[8]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXV. S. 486.
[9]) Ebend. Bd. LVIII. S. 168.
[10]) Dana Min. p. 692.
[11]) Compt. rend. T. XXIV. p. 794.

nur ist die Verdrängung der Kalkerde durch Magnesia weiter als bei diesem fortgeschritten. Die Zunahme des Eisenoxydul konnte von Eisenoxydulbicarbonat, welches gleichzeitig in den Gewässern enthalten war, herrühren, indem dieses eine entsprechende Menge Kalksilicat zersetzte und dadurch an dessen Stelle Eisenoxydulsilicat trat (Kap. I. No. 50). Durch diese beiden Zersetzungsprocesse wurde von den Gewässern Kalkbicarbonat fortgeführt. Die, obwohl geringe Abnahme des Sauerstoffquotienten zeigt, daſs verhältniſsmäſsig mehr Kalkerde fortgeführt als Magnesia und Eisenoxydul zugeführt wurde.

Von den Asbesten III—XI ist zwar der Ursprung nicht bekannt; es ist aber leicht einzusehen, daſs auch sie aus Augiten oder auch aus Hornblenden hervorgegangen sein können. Ziemlich regelmäſsig zeigt sich, daſs mit abnehmender Kalkerde die Magnesia zunimmt; wo letztere das Maximum erreicht, da verschwindet erstere ganz oder bis auf ein Minimum. Der vorhin angedeutete Procefs der Umwandlung, wenn diese Asbeste aus Augit oder Hornblende hervorgegangen sind, kann daher bei allen gedacht werden. Da in VIII bis XI das Eisenoxydul zunimmt: so würde daraus folgen, daſs bei der Bildung dieser Asbeste das Eisenoxydulbicarbonat einen gröſseren Antheil an der Zersetzung genommen habe, als bei den eisenärmeren Asbesten. Der Augit XII zeigt, wie selbst ein fast reiner Eisenoxydulaugit asbestartige Structur annehmen kann.

Merkwürdig ist die so nahe Uebereinstimmung der Sauerstoffquotienten, blos mit Ausnahme von VIII [1]), obgleich gewiſs alle Asbeste nichts anderes als Umwandlungsproducte anderer Mineralien sind. In den Asbesten vertreten sich daher Eisenoxydul, Kalkerde und Magnesia nach so nahe übereinstimmenden Sauerstoffproportionen, wie selten in anderen Mineralien. Deſshalb kann auch die Umwandlung des Augit ohne Verminderung der Masse

[1]) In Betreff der Analyse dieses Asbest ist eine Methode eingeschlagen worden, welche kein genaues Resultat geben konnte, wie dies auch der nicht unbedeutende Verlust zeigt. Eine Wiederholung dieser Analyse ist wünschenswerth.

gedacht werden, womit übereinstimmt, dafs die Pseudomorphosen nicht porös erscheinen. Ob die Kalkerde bis auf 17,76 % steigt, oder bis auf Null herabsinkt, dies scheint auf die eigenthümliche Structur dieser Mineralien keinen Einflufs zu haben. Die kalkfreien Asbeste IX, X und XI nähern sich übrigens in ihrer Zusammensetzung sehr der des Specksteins. Es ist daher wohl zu denken, wie der Augit bei seiner Umwandlung in Speckstein die verschiedenen Varietäten von Asbest von den kalkreichsten bis zu den kalkfreien durchlaufen, und so in Speckstein übergehen kann.

Da die Asbeste IV und V so nahe mit der Zusammensetzung der Hornblenden übereinstimmen: so können sie aus denselben hervorgegangen sein. Da indefs die Umwandlung des Augit in Hornblende, wie die des Augit in Asbest eine Abnahme der Kalkerde und eine Zunahme der Magnesia voraussetzen: so kann auch der Umwandlung der Hornblende in Asbest die des Augit in Hornblende vorhergegangen und Augit das ursprüngliche Mineral gewesen sein.

Weibye[1]) beobachtete bei *Krageró* in *Norwegen* die Umwandlung von Hornblendekrystallen, welche in Höhlungen des Gneifs zum Theil auf Diopsidkrystallen sitzen, oder auch von diesen bedeckt werden. Ihre Blätterdurchgänge erscheinen nach und nach auf manchen äufseren Krystallflächen oder diese theilen sich gleichsam in immer dünner werdende Lamellen, welche sich zuletzt als seidenglänzende Asbestfasern darstellen.

Asbeste von *Zoeblitz* und *Taberg* in *Wärmland*, welche ich im Mineraliencabinet zu *Berlin* gesehen habe, waren theils mit Magneteisen durchzogen, theils darin eingehüllt. Ohne Zweifel waren es sehr eisenhaltige Mineralien (Augite), bei deren Umwandlung in Asbest Eisenoxyduloxyd ausgeschieden wurde. In dieser Sammlung fand ich auch Glimmer von *Kariäth* in *Grönland* mit Amianth durchzogen.

Serpentin in Formen von Augit. Diese Pseu-

[1]) Archiv für Mineral. Bd. XXII. S. 511 und Jahrb. für Mineral. 1849. S. 777.

domorphosen sind zuerst von Breithaupt bei *Schwarzenberg* in *Sachsen* wahrgenommen worden. Bald nachher erkannte er die deutlichsten Formen des schwarzen Augit als Serpentinsubstanz von *Fahlun* in *Schweden*[1]). Vergleiche über diese Umwandlung auch Dana[2]), ebenso die des Diopsid nach Kenngott[3]). Blum[4]) fand den Serpentin gleichfalls in deutlichen Umwandlungspseudomorphosen in dem Augitgestein am *Monzoni* in *Tyrol*. Es sind nicht blos die oft so schönen, mit Kalkspath gemengten in Drusenräumen und Klüften vorkommenden Augitkrystalle (Fassait), sondern es ist die ganze Gesteinmasse in Serpentin umgeändert. Jene haben ihren Glanz, ihre Farbe, Härte und die Schärfe ihrer Umrisse verloren, sind matt, unrein schwärzlich- oder graulichgrün und so weich geworden, dafs man sie mit dem Messer leicht schneiden kann. Im Innern ist selten mehr eine Spur von Spaltbarkeit wahrzunehmen. Das Innere der Krystalle ist zwar dicht, nicht selten finden sich aber kleine Höhlungen darin. Auch die umgewandelte Augitmasse, auf welcher jene Pseudomorphosen sitzen, ist meist dicht, mit Poren durchzogen, und an manchen Stellen gewissen Serpentinen sehr ähnlich.

Liebener und Haidinger[5]) beschreiben einen grofsen in Serpentin umgewandelten Augitkrystall, auf welchem kleine Augitkrystalle sitzen, welche gleichfalls als Serpentin erscheinen. Endlich führt G. Rose[6]) Pseudomorphosen von Serpentin in Formen von Augit von *Easton* in *Pennsylvanien* an, in denen er noch die Winkel messen konnte, welche mit denen des Augit übereinstimmten. Auch hält er es für wahrscheinlich, dafs der Schillerspath, der sich der Zusammensetzung des Serpentin nähert, eine Pseudomorphose nach Augit sei.

[1]) Jahrb. für Chemie und Physik. Bd. LXIII. S. 282.

[2]) Jahresber. 1855. S. 982. Th. Scheerer's Einwendungen vergl. 1854. S. 871.

[3]) Ebend. S. 983.

[4]) Erster Nachtrag. S. 83.

[5]) Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. 1850. Bd. VI. S. 77.

[6]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 523.

Die Umwandlung des Augit in Serpentin setzt, wie die des Augit in Asbest, die Aufnahme von Magnesia und die Abscheidung der Kalkerde voraus. Ist die Umwandlung vollendet: so ist alle Kalkerde verschwunden; in manchen Serpentinen finden sich aber noch geringe Mengen Kalkerde. In den Kalk-Magnesiaaugiten steigen beide Basen bis auf 43,3 %. Denkt man sich, dafs die Magnesia, welche die Kalkerde verdrängt, eben so viel wie diese beträgt: so erhält man eine Quantität Magnesia, wie sie im Serpentin vorhanden ist. In diesem Falle würde aber ein Serpentin gebildet werden, dessen Kieselsäuregehalt selbst den der an Kieselsäure reichsten Serpentine um 10 % übersteigen würde. Die Umwandlung mufs daher entweder mit einer Abscheidung von Kieselsäure verknüpft sein, oder die Magnesia, welche die Kalkerde verdrängt, mufs bei weitem mehr als diese betragen. Vergleichende Analysen von Augit und Serpentin, der aus jenem hervorgegangen ist, sind daher zur Aufklärung dieses Umwandlungsprocesses sehr zu wünschen.

Speckstein in Formen von Augit. Die Umwandlung des Augit in Speckstein ist von v. Senger, von Freiesleben, von Eisenlohr und von F. Sandberger an vielen Orten beobachtet worden (1 Aufl. B. II. S. 551). Diese Umwandlung beginnt nach Blum[1]) an der Oberfläche der Krystalle, indem sich diese zuerst mit einer dünnen grünlichen Rinde überziehen, welche immer dicker, gelblichgrün und endlich gelb wird, wenn der Procefs vollendet ist. Im Innern solcher Krystalle findet man jedoch oft noch viele schwarze Punkte von unzersetztem Augit, oder die Krystalle sind auch ganz porös. Schwarze Farbe, Glanz, Härte und Spaltbarkeit des Augit verschwinden bei dieser Umwandlung.

Blum beschreibt ferner[2]) Pseudomorphosen aus dem Norden von *New-York*, vorzugsweise Malakolithformen, in denen nicht blos Augitkrystalle und krystallinische Massen, sondern auch die Hornblende und der Glimmer umgewandelt worden sind. Sie finden sich meist in körnigem

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 137.

[2]) Erster Nachtrag. S. 76.

Kalk oder in Drusenräumen desselben. Hier und da findet man bei durchbrochenen Krystallen trotz ihrer Weichheit und Veränderung noch Spaltungsflächen. Dafs der Malakolith oder Salit eine Zersetzung erleiden kann, welche ihn dem Speckstein sehr nahe bringt, werden wir unten sehen. Nach Beck[1]) hat der umgewandelte Augit von *Canton St. Lawrence County* in *New-York* die Zusammensetzung I.

	I.		II.	III.[2])
Kieselsäure . .	59,75		60,63	85,34
Thonerde . . .	—		23,09	1,58
Eisenoxydul . .	3,40	oxyd	4,21	1,67
Kalkerde . . .	1,00		1,27	2,66
Magnesia . . .	32,90		0,91	1,70
Wasser	2,85		9,12	5,47
	99,90		99,23	98,42
Sauerstoffquotient	0,450		—	—

Dieses Resultat stimmt mit der Zusammensetzung verschiedener Specksteine ziemlich überein.

In umgewandelten blättrigen Malakolithen von *Antwerp* in *New-York* sind noch Blätterdurchgänge vorhanden und die Spaltungsrichtungen sind durch feine schwarze Linien angedeutet. Manche dieser Spaltungsflächen sind durch ausgeschiedenes Eisenoxydhydrat bräunlich gefärbt. Uebrigens finden sich schon bei manchen frischen Malakolithen jene Linien als Andeutung von Spaltungsrichtungen.

Wir haben gesehen, dafs die Zusammensetzung des Speckstein erreicht wird, wenn die Umwandlung des Augit in Asbest bis zur gänzlichen Verdrängung der Kalkerde durch die Magnesia fortschreitet. Da die Malakolithe zu den an Magnesia reichen Augiten gehören: so ist es begreiflich, dafs sie am leichtesten in Speckstein umgewandelt werden können. Der an Magnesia reichste Augit enthält 22,57 % von dieser Erde. Wird seine Kalkerde durch Magnesiabicarbonat verdrängt: so reicht seine Kieselsäure hin, 80 % Speckstein von seinem Gewichte zu liefern. Aus der Vergleichung des specifischen Gewichts

1) Silliman Americ. Journ. T. XLVI. p. 32.

2) S. 635 und 636 wird auf diese Analysen verwiesen.

des Augit und des Speckstein ergibt sich übrigens, dafs bei dieser Umwandlung 20 % von seinem absoluten Gewichte verloren gehen, sofern das Volumen ungeändert bleibt. Hieraus ergibt sich, wie Augitkrystalle vollständig in Speckstein umgewandelt werden können, ohne an ihrer Form und an ihrem Volumen zu verlieren.

Talk nach Augit. Nach T. S. Hunt[1]) ist die Zusammensetzung eines Renssaelcrit von *Grenville* in *Canada* (I) und eines andern krystallisirten von *Canton, New-York* (II):

	I.	II.
Kieselsäure . . .	61,60	61,10
Magnesia . . .	31,06	31,63
Eisenoxydul . .	1,53	1,62
Wasser	5,60	5,60
Summe	99,79	99,95

Es ist also Talk. Beck bemerkt, dafs die Krystalle Augitform haben und das Mineral eine Pseudomorphose nach Augit ist.

Cimolit in Formen von Augit. Nach Rammelsberg haben diese Pseudomorphosen die Zusammensezzung II, welche genau mit Klaproth's Analyse des Cimolit von *Argentiera*[2]) übereinstimmt[3]).

Kieselsäurehydrat (Opal) nach Augit. Augitkrystalle, 1—3 Linien grofs, scharf in ihren Umrissen, fettartig glänzend und weifs, auch gelblich- oder röthlichweifs, welche in einer porösen und schlackigen Lava am *Vesuv*, besonders im Krater desselben vorkommen, zeigen Veränderungen, die an verschiedenen Krystallen verschieden vorgeschritten sind. Zuerst geht die ursprünglich schwarze Farbe in eine grünliche oder bläulichgraue, dann gelblichweifse über, und endlich bildet sich eine weifse porcellanähnliche Rinde. Im Innern zeigt sich aber noch ein dunkelgefärbter, mehr oder minder bedeutender Kern,

[1]) Jahresber. 1858. S. 743.

[2]) Beiträge. Bd. I. S. 291.

[3]) Im Mineraliencabinet zu *Berlin* habe ich ausgezeichnete zersetzte Augitkrystalle, zum Theil sehr grofse von *Bilin* gesehen. Einzelne darunter haben Grübchen, worin Glimmerblättchen liegen; aber auch auf den pseudomorphosirten Krystallflächen selbst finden sie sich.

zuletzt wird die ganze Masse weifs und dann ist die Umwandlung vollendet. Wie bei mehreren Pseudomorphosen, so ist auch hier die Oberfläche der Krystalle zusammenhängend und fest geblieben, dagegen das Innere durch den Verlust an Bestandtheilen zellig und porös geworden [1]).

Nach Rammelsberg [2]) haben diese veränderten Augitkrystalle die Zusammensetzung III. Es wurden also die Basen der ursprünglichen Mischung bis auf 7,61 extrahirt. Sollte sich nicht dieses Resultat, frägt Rammelsberg, dadurch erklären lassen, dafs in der Nähe des Vulkans stärkere Säuren als die Kohlensäure der Luft, ihren Angriff auf den Augit ausübten, und dafs auch die schwache Basis, die Thonerde, von ihnen fortgeführt wurde? — Da schweflige Säure und Salzsäure mit grofsen Quantitäten heifser Wasserdämpfe zu den Exhalationen des *Vesuv* gehören: so ist an einer solchen Wirkung wohl nicht zu zweifeln; nur ist nicht zu begreifen, warum die Oberfläche der Krystalle verschont geblieben ist.

Brauneisenstein nach Malakolith. J. F. L. Hausmann [3]) beschreibt solche Pseudomorphosen vom *Silberberge* bei *Bodenmais* in *Baiern*. Die bis zu 3/4 Zoll langen nelkenbraunen Krystalle enthalten unter einer dünnen festen Rinde eine lockere Masse von zerfressenem Ansehen, welcher zuweilen noch etwas Eisenkies beigemengt ist, woraus nebst Magneteisen das Erzlager am *Silberberg* hauptsächlich besteht. Hausmann nimmt an, dafs das Eisenoxyd zum Theil von dem Malakolith selbst stamme, dessen übrige Bestandtheile bei der durch die Oxydation des Eisenkieses veranlafsten Zersetzung ausgelaugt wurden.

Umwandlung des Kalk-Manganoxydulaugit in Braunit und Pyrolusit. Ebelmen [4]) analysirte folgende Kalk-Manganoxydulaugite, sowohl im unveränderten als im veränderten Zustande. Es zeigte sich an

1) Blum die Pseudomorphosen. S. 59.
2) Poggendorff's Ann. Bd. XLIX. S. 390.
3) Jahresber. 1853. S. 855.
4) Compt. rend. T. XX.

demselben Stücke ein unverkennbarer Uebergang von unveränderter Masse in veränderte.

Rhodonit von *Algier*.

Unveränderter.		Veränderter.	
Kieselsäure	45,49	Wasser	10,14
Manganoxydul	39,46	Manganoxydul	43,00
Eisenoxydul	6,42	Sauerstoff	8,94
Kalk	4,66	Eisenoxyd	6,60
Magnesia	2,60	Kalk	1,32
		Gallertartige Kieselsäure	2,40
		Rosenfarbener Rückstand, identisch mit dem unveränderten Mineral	27,20
	98,63		99,60

Durch diese Zersetzung wurde daher die Kieselsäure, die Magnesia ganz und der Kalk gröſstentheils fortgeführt; denn die 2,4 % gallertartige Kieselsäure rührten wohl von einer theilweisen Zersetzung des Rückstandes durch die bei der Analyse angewendete Salzsäure her. Das Mangan- und Eisenoxydul nahmen Sauerstoff und Wasser auf.

Die gänzliche Fortführung der Magnesia und die nur theilweise der Kalkerde scheint bei anderen Augiten nicht statt zu finden. Die Ursache der Fortführung der Kieselsäure ist in der groſsen Menge Manganoxydul im Mangankiesel und in der Neigung dieses Oxyduls, sich höher zu oxydiren, zu suchen. Durch diese Oxydation wird das Verwandtschaftsband, welches das Manganoxyd an die Kieselsäure knüpft, aufgehoben; denn das Superoxyd kann sich als solches nicht mit Kieselsäure verbinden.

Jene 43 % Manganoxydul im veränderten Mineral fordern zur Umwandlung in Superoxyd 9,64 % Sauerstoff. Da 8,94 % gefunden wurden: so ist jenes gröſstentheils in dieses übergegangen. Eine solche Umwandlung kann also auf Kosten des atmosphärischen Sauerstoff auf nassem Wege wirklich vor sich gehen, und es wird daher sehr wahrscheinlich, daſs das in der Natur vorkommende Mangansuperoxyd (Pyrolusit oder Braunstein) aus einer Zersetzung von Manganoxydulsilicat haltenden Mineralien hervorgegangen ist. Daſs auch kohlensaures Manganoxydul in Superoxyd übergehen könne, zeigt seine Zersetzung,

wenn es sich aus Gewässern absetzt. Auf diese Weise ist wohl das Mangansuperoxyd, welches ich in Drusenräumen von Mandelstein gefunden habe, entstanden.

Der Braunstein liefert beim Glühen mehr oder weniger Wasser. Dafs das Mangansuperoxyd wirklich ein Hydrat geben kann, zeigen die Versuche von Berthier, Rammelsberg, Winkelblech und Mitscherlich. Danach scheinen aber verschiedene Verbindungen des Mangansuperoxyd mit Wasser zu existiren. In dem umgewandelten Rhodonit ist wohl der gröfste Theil als Hydrat vorhanden.

Bustamit aus *Mexico.*

Unveränderter.		Veränderter.	
Kieselsäure	44,45	Wasser	10,68
Manganoxydul	26,96	Manganoxydul	55,19
Eisenoxydul	1,15	Sauerstoff	10,98
Kalk	14,43	Eisenoxyd	1,56
Magnesia	0,64	Kohlensaurer Kalk	14,03
Kohlensaurer Kalk	12,27	Kieselsäure und Quarz	8,53
	99,90		100,97

Das untersuchte Exemplar war mit etwas Kalk gemengt, der wahrscheinlich ein früheres Zersetzungsproduct war, da der Sauerstoff der Basen 0,87 % weniger beträgt als die Hälfte des Sauerstoffs der Kieselsäure; ein Theil der Basen war also schon ausgeschieden worden. Während der Zersetzung hatten die Gewässer nicht blos diesen kohlensauren Kalk, sondern auch den gröfseren Theil der gleichfalls in Carbonat umgewandelten Kalkerde, so wie die Magnesia und die Kieselsäure fortgeführt. Die 55,19 % Manganoxydul fordern zu ihrer Umwandlung in Mangansuperoxyd 12,41 % Sauerstoff. Der gefundene Sauerstoff beträgt also nur 1,43 % weniger; das Oxydul ist daher gröfstentheils in Superoxyd übergegangen.

Vergleicht man die verschiedenen Kieselmanganarten: so ersieht man, dafs die Umwandlung nicht immer durch höhere Oxydation der Oxydule, wie bei den vorgenannten Mineralien von Statten geht; sondern dafs auch häufig kohlensaures Manganoxydul entsteht.

Der Rhodonit von *Saint-Marcel* war einer anderen

Zersetzung unterworfen, als der Rhodonit und der Bustamit, wie die folgenden Analysen Ebelmen's darthun:

Rhodonit von *Saint-Marcel*.

Unveränderter.		Veränderter.	
Kieselsäure	46,37	Wasser	1,10
Manganoxydul	47,38	Manganoxydul	44,71
Kalk	5,48	Sauerstoff	4,44
		Kalk	0,90
		Gallertartige Kieselsäure	8,00
		Blafsrother Rückstand, identisch mit dem unveränderten Mineral	41,47
	99,23		100,62

Durch diese Zersetzung wurde daher die Kieselsäure ganz und der Kalk grofsentheils fortgeführt; denn die gallertartige Kieselsäure hat denselben Ursprung, wie beim zersetzten Rhodonit. Dagegen oxydirte sich das Manganoxydul zu Manganoxyd oder Braunit. Die Oxydation beim Rhodonit von *Saint-Marcel* scheint also nicht so weit, wie bei dem von *Algier* fortgeschritten zu sein. Der zersetzte Rhodonit von *Saint-Marcel* drückt augenscheinlich die Zusammensetzung des Marcelin aus.

Umwandlung des Augit in Grünerde und Glimmer. Dafs die Grünerde in Formen von Augit vorkommt, davon war schon die Rede. Nachstehende Analysen von Rammelsberg [1]) geben hierüber Aufklärung.

	I. a.	I. b.	I. c.
Kieselsäure	39,48	—	54,42
Thonerde	10,31	—	14,21
Eisenoxydul	15,66	—	21,60
Eisenoxyd	8,94	32,57 [2])	—
Kohlensaurer Kalk	15,24	55,52	—
Magnesia	1,70	4,15	0,77
Alkali	8,67	Kali 1,82	und Verlust 5,40
Wasser und Verlust		5,94	3,60
	100,00	100,00	100,00

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XLIX. S. 391.

[2]) Etwas thonerdehaltig.

	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	46,58	56,80	50,83
Thonerde	12,16	15,32	2,16
Eisenoxydul . . .	29,02 (Eisenoxydul und Eisenoxyd)	12,06	13,50
Eisenoxyd . . .		3,72	Manganoxydul 7,56
Kalk	—	4,85	21,73
Magnesia	2,01	5,05	3,42
Alkali	10,23 (Alkali, Wasser und Verlust)	Natron 3,14	0,38
Wasser und Verlust		Kali 0,34	0,98
	100,00	101,28	100,56

I. Grünerde in Formen von Augit aus dem *Fassathale* (Fassait, welcher nach L. v. Buch[1]) im Kalkspath vorkommt), welche in einer grünlich- bis gelblichweifsen erdigen Masse, sehr wahrscheinlich zersetzter Basalt, porphyrartig eingewachsen ist. Ihre Farbe variirt etwas; die dunkleren Varietäten zeigen noch deutlich den blättrigen Bruch des Augit und besitzen auch noch einigen Glanz, der den lichteren fehlt. Es war nicht möglich, nur solche Krystalle anzuwenden, welche genau von gleicher äufserer Beschaffenheit waren.

Ia. Grünerde als ein Ganzes; Ib. in Salzsäure auflöslicher Theil; Ic. in Salzsäure unauflöslicher Theil, welcher 72,55 % betrug. Denkt man sich aus Ia. den kohlensauren Kalk durch Gewässer fortgeführt: so erhält man die Zusammensetzung II, welche sich der Grünerde von *Verona* nähert (S. 353).

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dafs die thonerdehaltigen Augite im Stande sind, Alkalien aufzunehmen. Dies zeigt auch der Augit III von *Ostheim* bei *Hanau*, nach C. Gmelin[2]), und der Augit IV aus dem *Laacher See* nach meiner Analyse[3]). Dafs diese Aufnahme durch Austausch der Kalksilicate in diesen Augiten gegen kohlensaure Alkalien in Gewässern erfolgt ist (Kap. I. No. 5) kann nicht bezweifelt werden; denn in III findet sich eine nur geringe Menge Kalk, und in Ia. die ganze Menge

1) Geogn. Briefe. 1824. S. 120.

2) Jahrb. für Mineral. 1840. S. 549.

3) Dafs die Alkalien in diesem Augit nicht etwa von beigemengten zeolithischen Substanzen herrührten, geht daraus hervor, dafs er auch nach Behandlung mit Salzsäure noch Alkalien enthielt.

als Carbonat; mithin in der Verbindung, in welcher er durch diesen Procefs ausgeschieden wird. Schreitet in III diese Ausscheidung bis zum gänzlichen Verschwinden der Kalkerde fort: so nehmen die Alkalien zu.

Auch im Augitporphyr von *Pozza* in *Tyrol* kommt nach Blum [1]) Grünerde in Formen von Augit vor. Die Umwandlung beginnt aufsen und schreitet nach innen vor. Zuerst überzieht sich die Oberfläche mit einer grünen Rinde, welche hauptsächlich zwischen den leichter spaltbaren Blätterdurchgängen vordringt, und Gemenge aus Grünerde und ursprünglicher Augitmasse bildet, bis endlich letztere ganz verschwindet, und nur noch die Form der früheren Substanz übrig bleibt. Die schwarze Farbe des Augit geht in die schwärzlich- und berggrüne, jedoch nicht immer gleichmäfsig über.

Blum fand, dafs nicht nur die meisten dieser Krystalle mit Säuren lebhaft brausten, sondern dafs in fast allen gröfsere oder geringere Anhäufungen von kohlensaurem Kalk zu bemerken waren. Bei einigen wechselten höchst feine Lagen desselben mit solchen von Grünerde in der Richtung der vollkommenen Spaltungsflächen; häufiger zeigte sich der Kalkspath in einzelnen, kleinen, unregelmäfsigen Partieen ausgeschieden. Aufserdem sind in allen Krystallen kleine schwarze Körnchen von Magneteisen enthalten.

Wenn ein Zersetzungsproduct, wie hier der Kalk, der als Carbonat so leicht von den Gewässern fortgeführt werden kann, an der Stelle erscheint, wo die Zersetzung stattgefunden hat: so kann das Wasser nur einen beschränkten Zutritt gehabt haben. Man mufs daher vermuthen, dafs die Augite nur eben von Wasser, welches etwas Kohlensäure und kohlensaures Kali enthielt, befeuchtet wurden, und dafs der durch Zersetzung des Kalksilicat entstandene kohlensaure Kalk sich zwischen den Spaltungsflächen sogleich ausschied. Die Gewässer, welche auf die Augite tropften, sind ohne Zweifel so langsam darauf gefallen, dafs sich mittlerweile die überaus kleinen Theilchen kohlensauren Kalkes vollständig

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 207.

consolidiren und der Auflösung widerstehen konnten. Dies, so wie alle Vorgänge bei solchen Umwandlungsprocessen, weiset auf eine ungemein lange Zeit hin. Die kleinen, schwarzen Magneteisenkörnchen sind unzweifelhaft gleichfalls Zersetzungsproducte: sie sind Eisenoxyduloxyd, welches bei der Zersetzung der Augite seine Kieselsäure verloren hatte.

Kjerulf[1]) fand im augitischen Mandelsteine von *Holmestrand* matte Augitkrystalle von zersetztem Ansehen, aus denen sich Grünerde und kohlensaurer Kalk ausgeschieden hatten. Kleine von Grünerde umgebene Kalkspathknollen nahmen den Raum ein, wo früher Augit safs. In ihrer Form erkennt man oft die ursprüngliche Augitform. Alle Stufen der Umwandlung sind an den Felswänden, vom noch unzersetzten Augit, durch den halb zersetzten im Innern mit Kalkspath gemengten, bis zu dem ganz vom Kalkspath verdrängten Mineral wahrzunehmen. Da die Grünerde wie eine Haut den Kalkspath bekleidet: so erscheint sie in zu geringer Menge, als dafs sie dem in viel gröfserer Menge vorkommenden Kalkspath entsprechen kann (vgl. Kap. Drusenräume im B. III.); die Augitsubstanz wurde daher wohl gröfseren Theils durch die Gewässer fortgeführt.

Eine in der Form des ursprünglich rabenschwarzen Augit mitunter sehr häufig auftretende ziegelrothe Substanz scheint ein Analogon von I a. (S. 639) (nach Rammelsberg's Analyse) zu bilden; nur mit einem Unterschiede in der Farbe, oder sie steht ungefähr in der Mitte zwischen Cimolit und Chloropheit. Die Veränderung der Augitkrystalle beginnt auf den äufsern Flächen und schreitet längs des Blätterbruches in das Innere fort. Auch in diesem manchmal neben Kalkspath und Grünerde vorkommenden Zersetzungsproducte finden sich die aus dem Augit fortgeführten Basen und ein Theil der Kieselsäure wieder.

Blum[2]) bemerkt über die Umwandlung des Augit in Glimmer Folgendes. Die meisten Krystalle einer

[1]) Das Christiania-Silurbecken. 1855. S. 21.

[2]) Erster Nachtrag. S. 30.

Augitstufe aus dem *Fassathale* (sogenannter Fassait) sind auf ihrer Oberfläche matt oder wenig glänzend, rauh und drusig, die Seitenflächen aber zugleich porös. Hier und da haben sich Blättchen oder sechsseitige Täfelchen von bräunlich- oder lauchgrünem Glimmer auf der Oberfläche der Krystalle gebildet, die jedoch mit jener in eine Ebene fallen und nicht über dieselbe hervorragen. Das Innere der Krystalle zeigt noch augenscheinlicher den Umwandlungsprocefs. Die Masse hat hier noch weniger Zusammenhang wie auf der Oberfläche; sie ist porös, nach allen Richtungen hin von Glimmerblättchen durchzogen und bildet mit diesen an einzelnen Stellen wahre Gemenge, in denen manchmal die letzteren die Oberhand gewinnen, so dafs die Augitsubstanz fast gänzlich verdrängt ist. Dies findet besonders da statt, wo die Krystalle aufgewachsen sind, und zwar ebenfalls auf einem Gemenge von Glimmer und Augit. Bei Betrachtung dieser Erscheinungen bleibt kein Zweifel übrig, dafs der Glimmer durch Umwandlung des Augit entstanden sei; denn es wäre eine höchst unwahrscheinliche Annahme, jener sei von diesem bei seiner Krystallisation eingeschlossen worden: eine Annahme, gegen welche auch der ganze Zustand der Krystalle spricht.

Kjerulf analysirte Augit und Glimmer aus Lavablöcken am *Weinfelder Maar* bei *Daun*, die ich dort gesammelt hatte. Aus einem schwarzen augitischen Lavablock mit braunem Glimmer wurde der Augit ausgesucht, der dem Anscheine nach frisch war. Sonst waren die Augitkrystalle oft auf den Seitenflächen mit Glimmer bekleidet oder von diesem durchsetzt. In kleinen Drusenräumen des Gesteins fand sich ein weifser in Säure nicht auflöslicher Anflug.

1) Augit durch kohlensaures Kali aufgeschlossen.

Kieselsäure . . .	50,21
Thonerde	7,59
Eisenoxydul . . .	6,94
Kalkerde	13,84
Magnesia	22,41
Glühverlust . . .	0,33
	101,32

Diese Zusammensetzung stimmt mit den thonerdehaltigen Augiten, welche stets mehr Kalkerde als Magnesia enthalten, nicht überein. Sollte dieser Augit Hornblende oder in einem Uebergang in diese begriffen gewesen sein? Die Zusammensetzung nähert sich mehr den Hornblenden.

G. Rose (Brief vom 20. Dec. 1851) schreibt hierüber, daſs er die von mir erhaltenen Augitbruchstücke sorgfältig durchgesehen habe. Er fand darin zwei Hornblendestückchen. Die anderen Stücke sind Augit, die aber meistentheils mit Glimmer verwachsen waren [1]).

2) Glimmer im Muttergestein. Durch Schwefelsäure aufgeschlossen.

Die Kieselsäure schied sich in mattglänzenden weiſsen Blättchen aus, welche mit einigen grünen Blättchen oder Körnern gemengt waren. Letztere wurden von der Kieselsäure abgeschlämmt und für sich mit Fluſssäure behandelt. Die Basen darin betrugen 2,568 %.

	Im Ganzen.	Durch Schwefelsäure.		Durch Fluſssäure.
Kieselsäure .	43,10	43,10		—
Thonerde . .	15,05	14,56		0,49
Eisenoxyd . .	23,25	22,53		0,73
Kalkerde . .	0,81	—		0,81
Magnesia . .	10,82	10,28		0,54
Kali	4,62	4,62	Keine merklichen Spuren	—
Natron . . .	0,82	0,82		—
Glühverlust .	1,50	1,50		—
Unreine Titansäure . .	1,03	1,03		—
	101,00 [2])	98,44		2,57

Die grünen Blättchen oder Körner können nicht Glimmer gewesen sein, weil sie keine Alkalien enthielten; wohl aber die ganze Menge Kalk, welche in diesem Glimmer enthalten war. Sollten diese grünen Blättchen oder Körner augitische Ueberreste, welche noch nicht umgewandelt waren, gewesen sein?

[1]) Wahrscheinlich waren neben den zur Analyse verwendeten Augitbruchstücken Stücke von Hornblende. Da auch die Hornblende in Glimmer umgewandelt werden kann (Kap. XXXV): so kann gedacht werden, daſs der Glimmer ein Umwandlungsproduct des Augit und der Hornblende ist.

[2]) Der Ueberschuſs, weil das Eisen als Oxyd berechnet worden.

Die Grünerden haben die Zusammensetzung der Glimmer. So wie daher der Augit durch Aufnahme von Alkalien und durch Verlust von Kalkerde in jene umgewandelt werden kann: so ist auch auf gleiche Weise eine Umwandlung des Augit in Glimmer zu begreifen, wenn dies auch durch eine eigentliche Pseudomorphose noch nicht nachgewiesen worden ist.

Kalkspath nach Augit. Neuerdings hat Blum [1]) Krystalle aus dem oben erwähnten Augitporphyr von *Pozza* beobachtet, die fast ganz aus Kalkspath bestanden, und die er für Verdrängungspseudomorphosen von Kalkspath nach Augit erklärt, da der im Augit ursprünglich enthaltene Kalk, auch wenn er als kohlensaurer ausgeschieden worden wäre, unmöglich hingereicht habe, um den ganzen Raum der Krystalle zu erfüllen.

Auch in dem dichten harten Diabas-(Augit-)Porphyr von *Morette* im *Val Godemar* in der *Dauphinée* sind nach Blum alle Augite mehr oder weniger verändert und theilweise zu kohlensaurem Kalk geworden.

Sillem [2]) führte schon früher Krystalle in Formen des Augit von *Canaan* in *Connecticut* an, die nach Varrentrapp im Wesentlichen aus Quarz und kohlensaurem Kalk bestanden.

Nach List sollen dieselben 16 % kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia enthalten. Der nach Behandlung mit Essigsäure gebliebene Rückstand bestand nach einer approximativen Analyse aus 63,8 Kieselsäure, 22,0 Magnesia, 12,5 Kalk, 1,1 Wasser und Spuren von Thonerde und Eisenoxyd.

Ueber kleine von Grünerde umgebene Kalkspathknollen in Formen des Augit von *Holmestrand* vgl. oben S. 642.

Umwandlung des Augit in Hornblende und Granat oder in Hornblende und Magneteisen. Forchhammer [3]) beschreibt merkwürdige Umwandlun-

[1]) Pseudomorphosen. Dritter Nachtrag. S. 210 ff.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1851. S. 399 f.

[3]) Amtlicher Bericht über die 24. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Kiel. S. 281. Vergl. auch Scheerer im Jahrb. für Mineral. 1843. S. 631 u. s. w.

gen, welche der Augit in den Eisensteinlagern von *Arendal* in *Norwegen* erlitten hat. Am häufigsten hat er sich in Hornblende und Granat zersetzt. Ein Augit mit abgerundeten Ecken war völlig unverändert; an einem andern erkannte man schon hin und wieder die Blätterdurchgänge der Hornblende; ein dritter zeigte in seiner äufsern Form noch deutlich die Krystallisation des Augit, während im Innern vollkommen entwickelte Hornblendeblätter und bald Körner, bald wirklich ausgebildete Krystalle von Granat zu erkennen waren. Bei einigen Krystallen lagen die durch Metamorphose gebildeten Granate so im ursprünglichen Augit eingehüllt, dafs die Granatflächen mit den äufsern Augitflächen zusammenfielen und das Ganze als ein porphyrartiges Gemeng mit ausgeschiedenen Granaten erschien. Wo die Metamorphose ihren höchsten Grad erreicht hatte, waren die Zwischenräume zwischen den Granat- und Hornblendepartieen mit Kalkspath ausgefüllt.

Forchhammer beschreibt auch Umwandlungen des Augit in Hornblende und Magneteisen. An derselben Stufe fanden sich unveränderte Augite und diese Umwandlungsproducte. Eine scharfe Grenzlinie schied das umgewandelte von dem unveränderten Mineral. In einzelnen Fällen war auch Epidot ein Zersetzungsproduct.

Aus dem Vorkommen des Magneteisen in *Norwegen* ist zu schliefsen, dafs die Umwandlungen keineswegs zu den Seltenheiten gehören. So verzweigt sich bei *Arendal* der Magneteisenstein in die aus Granat, Hornblende, Augit u. a. bestehenden Nebengesteine, indem diese mit Körnern von Magneteisen durchdrungen sind. Bei *Kragerö* findet sich dieses häufig in Begleitung von Hornblende und Kalkspath [1]).

Hinsichtlich der Umwandlung des Augit in Magneteisen verweisen wir auf Kap. XLII.

Zersetzung der Augite. Ueberzüge von Eisenoxydhydrat oder von eisenhaltigem Thon, eingefressene

[1]) Weibye im Archiv für Mineral. Bd. XXII. S. 465 ff. Forchhammer's Ansicht, dafs eine anhaltende Erwärmung, welche nicht im Stande war, die ganze Masse gleichförmig zu schmelzen, diese Umwandlungen bewirkt habe, glauben wir genügend widerlegt zu haben. I. Aufl. Bd. II. S. 569 u. s. w.

und damit überzogene Stellen und Löcher finden sich an Augitkrystallen, die aufserdem unverändert erscheinen, nicht selten. In solchen Stellen und Löchern liegen häufig kleine Glimmerblättchen, wie ich dies an unzähligen Augitkrystallen, namentlich an denjenigen, welche seit undenklichen Zeiten im *Laacher See* gelegen hatten, wahrgenommen habe. Man kann nicht annehmen, dafs sich Augitkrystalle mit zerfressenen Stellen gebildet und dafs sich nur auf diesen der Glimmer abgesetzt habe. Bildung dieser Krystalle, Zersetzung an einzelnen Stellen, Abscheidung eines eisenhaltigen Thons waren daher der Bildung der Glimmerblättchen vorausgegangen. Schon Leop. von Buch[1]) beschreibt Augitkrystalle von *Monzoni*, welche ganz rauh, matt, löcherig und zerfressen und nur an einzelnen Stellen durch bedeckende Glimmerblättchen etwas glänzend waren.

Verschiedene Farben an demselben Krystall, so am Diopsid die grüne Färbung, welche sich in das Grünlichweifse bis Farblose verläuft, deuten gleichfalls auf eine anfangende Zersetzung.

Es ist der Sauerstoff, welcher die Eisenoxydulsilicate in Eisenoxydsilicate, und die Kohlensäure, welche die Kalksilicate in Kalkcarbonat umwandelt, wodurch die eben beschriebenen Veränderungen der Augite herbeigeführt werden.

Von nachstehenden Augiten theilen wir die vollständigen Analysen mit, weil die Vergleichung derselben mit frischen Augiten die Richtung zeigt, welche die Umwandlungsprocesse dieser Mineralien grofsentheils nehmen.

	I.	II.		III.	IV.
Kieselsäure . .	57,40	60,65		58,08	58,08
Kalkerde . . .	23,10	4,97		11,24	9,89
Magnesia . . .	16,74	25,20	mit Mangan	22,28	24,22
Eisenoxydul . .	0,20	4,18		5,30	4,24
Manganoxyd . .	–	0,79		—	0,68
Thonerde . . .	0,43	4,20		0,47	0,11
Wasser	—	—		3,11	3,11
	97,87	99,99		100,48	100,33
Sauerstoffquotient	0,447	0,392		0,439	0,442

[1]) Geognost. Briefe. 1824. S. 120.

I. Weifser Malakolith von *Tjötten* in *Norwegen*, nach Trolle-Wachtmeister. Die Oberfläche des Minerals ist hier und da ocherbraun angelaufen. Beim Erhitzen wurde es dunkelgrau, und in geschlossenen Gefäfsen fast schwarz; in starker Hitze wieder weifs. In einem Exemplar war körniger Kalk in der Richtung des Längenbruchs eingesprengt; es brauste stark mit Säuren.

Dieser Malakolith war daher in der Zersetzung begriffen, und Basen, Eisenoxyd und kohlensaurer Kalk, hatten sich, wie auch der verminderte Sauerstoffquotient zeigt, schon ausgeschieden. Die Schwärzung beim Erhitzen thut die Gegenwart organischer Substanzen dar. Dafs kein Wasser beim Glühen entwich, stimmt mit dem geringen Eisengehalte überein: denn es konnte sich nur eine unbedeutende Menge Eisenoxydhydrat gebildet haben.

II. Salit von *Sala* in *Schweden*. Er gab im Glühen 4,1 bis 4,9 % Wasser von brenzlichem Geruch, während die gewöhnlichen Salite nie einen Verlust erlitten, der 1 % betrug.

III. Salit von einem Ende derselben Stufe.

IV. Salit von dem andern Ende.

Diese drei Analysen von H. Rose. Die Farbe von II, III und IV glich der des frischen Salit von demselben Fundorte, ihr Glanz war aber weit schwächer und ihre Härte so gering, dafs sie sich schon durch den Nagel ritzen liefsen. Beim Erhitzen im Kolben wurden sie schwarz, im offenen Feuer aber weifs. Diese Kennzeichen, so wie ihre kleineren Sauerstoffquotienten zeigen ihren zersetzten Zustand an.

Diese Veränderungen der Salite bestehen demnach darin, dafs sich die Kalkerde vermindert, die Magnesia dagegen vermehrt hatte. Gewässer, kohlensaures Magnesiabicarbonat haltend, zersetzten das Kalksilicat und führten den Kalk als Kalkbicarbonat fort, während Magnesiasilicat an die Stelle trat (Kap. I. No. 16). Dieser Zersetzungsprocefs erfolgte, wie in den meisten Fällen, durch Aufnahme von Wasser, welches wasserhaltiges Magnesiasilicat bildete. Die Mischung von III und IV und namentlich von II nähert sich sehr der des Speckstein. Denkt man sich die Kalkreste durch Magnesia gleichfalls verdrängt: so hat man die normale

Mischung des Speckstein. Dafs übrigens die Magnesia in geringerem Verhältnisse zu- als die Kalkerde fortgeführt wurde, ergibt sich aus der relativen Zunahme der Kieselsäure. Die Zusammensetzung von III und IV der entgegengesetzten Enden derselben Stufe zeigt übrigens, wie der Zersetzungsprocefs an verschiedenen Stellen eines Krystalls ungleich von Statten gehen kann, denn IV ist offenbar in der Zersetzung weiter vorgeschritten als III. Obgleich die pseudomorphosirten Mineralien unzählige Beispiele solcher, in verschiedenen Richtungen fortschreitenden Zersetzungen liefern: so ist es doch von grofsem Interesse, diese Erscheinung auch durch die chemische Analyse an einem Mineral nachgewiesen zu sehen, welches an seinen beiden Enden wahrscheinlich keine merkliche Verschiedenheit in seinem Aeufsern gezeigt haben mag. Seine Spaltbarkeit ist nicht gänzlich verloren gegangen [1]).

Wenn man beachtet, dafs die Chemiker zu den zahlreichen Augitanalysen gewöhnlich die frischesten ausgewählt haben, und dafs sich in ihren Analysen so bedeutende Abweichungen zeigen (vgl. I. Aufl. Bd. II. S. 513 ff.): so sind wir zu dem sichern Schlusse berechtigt, dafs bei weitem mehr veränderte als unveränderte Augite vorkommen.

Auf der andern Seite ist nicht zu übersehen, dafs eine Verunreinigung der Krystalle mit einer fremden Substanz die Ursache sein kann, wefshalb die Analysen besonders der thonerdehaltigen Augite kein sicheres Resultat ergeben. Kudernatsch [2]), dessen zahlreiche Analysen einen nicht geringen Werth haben, bemerkt in dieser Hinsicht, dafs man höchst selten Krystalle findet, die in ihrem Innern durchgängig eine frische, homogene Beschaffenheit zeigen; sie sind vielmehr sehr häufig von kleinen Klüften und verwitterten Stellen unterbrochen. So zeigten die Augitkrystalle vom *Zigolonberg* beim Zerschlagen im Innern häufig Klüfte, die mit Eisenthon ausgefüllt zu sein schienen. Offenbar hatte also dieser

[1]) G. Rose Poggendorff's Ann. Bd. LXXX. S. 126.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXVII. S. 584.

Augit schon einen Theil seines Eisenoxyduls und damit wahrscheinlich etwas Kalk verloren. Obgleich er zur Analyse die reinsten Stückchen ausgesucht hatte: so konnten doch auch diese von ihren Basen schon etwas verloren haben. Kudernatsch weiset darauf hin, dafs die verschiedenen Bruchstücke des Augit vom *Gillenfelder Maar* in ihrer Mischung verschieden zu sein scheinen, wie dies auch H. Rose beim Salit und Malakolith gefunden hat. Auch H. Rose bemerkt, dafs namentlich zwischen den Lamellen der grofsen Augitkrystalle, welche schöne und deutliche Krystallflächen haben, oft deutliche Einmengungen und so viele Spuren des Muttergesteins sitzen, dafs sie mit blofsen Augen entdeckt werden können. Auch dieser Umstand wird Einflufs auf das Schwankende der Resultate der Analysen haben.

B. Diallag und Bronzit.

Vorkommen. Als wesentlicher Gemengtheil des Gabbro, einer an verschiedenen Orten (wie unter andern an der *Baste* am *Harz*) mit Labrador vorkommenden Gebirgsart, die sich oft viele Meilen weit ausdehnt und in einzelnen Bergen Höhen von mehreren tausend Fufs erreicht, hat der Diallag eine geologische Bedeutung. Der Bronzit findet sich im Basalt, jedoch nur selten in augitreichen Doleriten, am häufigsten in Serpentin. In diesem (in den *Vogesen*) erscheint der Bronzit bisweilen zerstreut in der Grundmasse, gewöhnlich aber in gröfseren Massen, oder er folgt den Gängen, welche an ihren Saalbändern mit dem Serpentin sich vereinigen, und ihn in allen Richtungen durchsetzen; er kommt darin auch krystallisirt vor [1]). Bemerkenswerth ist sein Vorkommen auf Gängen in körnigem Kalk (*Amity* in *New-York*).

[1]) Delesse Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. Bd. II. S. 431.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	50,11	51,34	53,20	53,71	53,74
Kalk	18,66	18,28	19,09	17,07	4,73
Magnesia	15,72	15,69	14,91	17,55	25,09
Eisenoxydul	7,55	8,23	8,67	8,08	11,51
Manganoxydul	—		0,38		0,23
Thonerde	6,68	4,39	2,47	2,83	1,34
Wasser	—	2,11	1,77	1,04	3,76
	98,72	100,04	100,49	100,28	100,40
S.-Q. für Thonerde als Base	0,628	0,586	0,537	0,546	0,530
S.-Q. für Thonerde als Säure	0,454	0,473	0,475	0,476	0,496

	VI.	VII.		VIII.	IX.	X.
Kieselsäure . .	57,19	56,81		55,75	58,00	58,46
Kalk	1,30	2,20		4,83	—	0,61
Magnesia . . .	32,67	29,68		25,97	29,66	32,83
Eisenoxydul . .	7,46	8,46		5,72	10,14	1,09
Manganoxydul .	0,35	0,62	Chromoxyd	1,07	1,00	—
Thonerde . . .	0,70	2,07		4,21	1,33	0,09
Wasser	0,63	0,22		0,42	—	6,56
	100,30	100,06		97,97	100,13	99,64
S.-Q. für Thonerde als Base . . .	0,526	0,533		0,518	0,497	—
S.-Q. für Thonerde als Säure . .	—	0,484		0,421	—	—

I. Augit von der *Rhön,* nach Kudernatsch.

II. Metallisirender Diallag von *Grossant* aus der Provinz *Salzburg*. Mit dieser Analyse stimmt eine von v. Kobell nahe überein [1]).

III. Desgleichen aus Gabbro in *Toscana.*

IV. Desgleichen von der *Baste.*

V. Krystallisirter Diallag von demselben Fundorte. Er hat die gewöhnliche Krystallform des Augit, in welcher dieser in Basalt vorkommt, und ist der einzige bis jetzt krystallisirt gefundene Diallag.

VI. Bronzit vom *Stempel* bei *Marburg*. Er findet sich in Olivinmassen im Basalt.

VII. Bronzit aus einem dem Olivin ähnlichen Mineral an der *Seefeldalpe* im *Uttenthal* in *Tyrol.* Die Analysen II bis VII von Köhler [2]).

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXX. S. 472.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XIII. S. 101. u. s. w.

VIII. Durchsichtige grüne, im reflectirten Lichte manchmal blaue Körner aus einer Olivinkugel vom *Dreiser Weiher* in der *Eifel*, von Kjerulf unter meiner Leitung analysirt. Da die Bronzite IV und V im Olivin vorkommen und dieses Mineral von ähnlicher Zusammensetzung ist: so scheint es gleichfalls Bronzit oder wenigstens ein diesem ähnliches Mineral zu sein.

Auch der Bronzit im Serpentin der *Vogesen* enthält nach Delesse Chromoxyd (1,5 % mit Manganoxyd), welches in ihm überhaupt häufig vorzukommen scheint.

IX. Bronzit von *Ujardlerscat* in *Grönland*, nach von Kobell.

X. Talkdiallag von *Presnitz* in *Böhmen*, nach Th. Scheerer [1]). Das Mineral läfst sich nach einer Richtung sehr vollkommen spalten, nach einer zweiten darauf senkrechten weniger vollkommen, aber deutlich.

	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Kieselsäure	50,34	50,00	53,60	47,15	50,00	52,00
Thonerde	—	0,42	1,99	3,45	—	3,10
Eisenoxydul	8,47	8,54	8,95	8,73	13,59	9,36
Manganoxydul	—	—	0,28	—	—	—
Kalkerde	21,85	21,11	21,06	11,35	3,80	16,29
Magnesia	16,86	15,87	13,08	24,56	27,17	18,51
Glühverlust	1,23	1,69	0,86	5,82	6,30	1,10
	98,75	97,63	99,82	101,06	100,86	100,36
S.-Q. für Thonerde als Säure	0,567	0,537	0,467	0,574	0,575	0,495

XI. Hellgrüner Diallag von *Neurode* in *Schlesien*, krystallinisch.

XII. Ein dem vorigen sehr ähnlicher Diallag.

XIII. Diallagkrystalle, deren Oberfläche mit Eisenoxydhydrat überzogen ist, welches aber an den zur Analyse angewendeten Stücken sorgfältigst entfernt wurde, wodurch sie wieder ein frisches Ansehen gewannen. Die Menge des Eisenoxydul stimmt so genau mit der in den andern Analysen überein, dafs wir annehmen müssen, dafs die Eisenockerhaut nicht durch eine Zersetzung des Minerals entstanden, sondern vielmehr durch Gewässer

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV, S. 369.

hier abgesetzt worden ist. Diese 3 Analysen von G. vom Rath[1]).

XIV. Diallag aus einem Diallagfels, welcher zusammen mit Serpentin bei *Orford* in *Canada* vorkommt.

XV. Bronzefarbiger Diallag aus einem andern Diallagfels von *Ham.* XIV und XV nach T. S. Hunt[2]).

XVI. Diallag aus dem Gabbro von der *Baste*; braune oder grünliche grofsblättrige, nach zwei Richtungen spaltbare Massen, nach Rammelsberg[3]).

Unter diesen 16 Sauerstoffquotienten sind es 11, welche unter 0,5 fallen, und unter diesen 7, welche diesem Sauerstoffquotienten sich nähern. Hervorzuheben ist, dafs V, Diallag in ganz ausgebildeten Krystallen, den Sauerstoffquotient 0,496 gibt. Ein Mineral, welches in so sehr verschiedenen Farben (berg-, oliven-, lauchgrün; grünlich-, tombakbraun; grau, grünlichgrau) vorkommt, gehört gewifs zu den am leichtesten zersetzbaren. Da überhaupt die Zersetzung der Augite in den meisten Fällen durch Verlust von Basen herbeigeführt wird: so kann man keinen Anstand nehmen, die Mehrzahl obiger Diallage für solche zu halten, in denen schon Basen, namentlich Kalkerde und Eisenoxydul, fortgeführt worden sind. Die Producte dieser Zersetzung, Kalkspath und Eisenoxydhydrat treten in dem unten (S. 656) beschriebenen sehr zersetzten Gestein bei *Ehrenbreitstein* sehr auffallend hervor. Noch weiter rheinabwärts habe ich ein ähnliches schon längst bekanntes Gestein beobachtet, und so bedeutende Massen von Eisenoxydhydrat ausgeschieden gefunden, dafs man sie zum Eisenhüttenprocefs anwenden wollte.

Zwischen den Sauerstoffquotienten der Diallage und Bronzite zeigt sich kein Unterschied.

Wie bei den Augiten: so ergibt sich auch bei den Diallagen, dafs nur dann nahe übereinstimmende Sauerstoffquotienten erhalten werden, wenn die Thonerde als Säure gesetzt wird. Diese Annahme gewinnt also an Wahrscheinlichkeit.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 541 ff.

[2]) Jahresber. 1859. S. 692.

[3]) Jahrb. für Mineral. 1860. S. 80.

Unter den obigen Sauerstoffquotienten sind es 5, welche, selbst wenn die Thonerde als Säure gesetzt wird, doch noch 0,5 übersteigen. So wie bei den Augiten: so ist es auch bei den Diallagen denkbar, dafs die Zersetzung durch theilweise Fortführung von Kieselsäure erfolgen kann. In dem eben erwähnten Gestein bei *Ehrenbreitstein* findet sich auch Quarz in kleinen Drusenräumen.

In obigen 16 Analysen ist stets das Eisen als Oxydul angegeben. Nach den Augitanalysen von Rammelsberg enthalten alle thonerdehaltigen Augite das Eisen nicht nur als Oxydul, sondern auch als Oxyd (S. 621); dasselbe wird also wohl auch bei den Diallagen stattfinden. Dadurch würden die Sauerstoffquotienten mehr oder weniger wachsen, also die 11 oben angeführten, deren Sauerstoffquotienten noch unter 0,5 fallen, sich dieser Zahl noch mehr nähern.

Wir halten uns demnach für berechtigt, für die Diallage und Bronzite denselben Sauerstoffquotienten wie für die Augite = 0,5 anzunehmen.

Die Vergleichung der Analysen der Diallage und Bronzite mit denen der Asbeste (S. 628) läfst Aehnlichkeiten wahrnehmen: namentlich zwischen den Asbesten IX und X und den Bronziten IX und X. Hier wie dort finden wir die Kalkerde theils sehr vermindert, theils gänzlich fehlend, während die Magnesia bis nahe zur Speckstein-Mischung steigt. Gleichwohl zeigen die Bronzite, nach Köhlers Beschreibung nichts Specksteinartiges in ihrem Aeufsern.

Beachten wir, dafs die meisten Umwandlungen der Augite in einer Verdrängung der Kalkerde durch Magnesia besteht: so ist die Möglichkeit, dafs auch die Diallage und Bronzite aus Augiten hervorgegangen sein können, nicht zu bezweifeln. Da der Diallag, wenn er krystallisirt gefunden wird, in der Form des Augit erscheint: so spricht dies so wie sein Wassergehalt, seine verschiedene Färbung an denselben Stücken und der ungleiche Glanz auf seinen verschiedenen Spaltungsflächen für eine solche Umwandlung.

Der Diallag des Gabbro von der *Baste,* und noch viel ausgezeichneter der vom Dorfe *La Prese* im *Veltlin*

ist da wo er an den Labrador grenzt, mit Hornblende verwachsen. Die Verwachsung des Diallag von der *Baste* ist von Köhler beschrieben worden; sie findet nur an den Rändern statt. Bei dem Gabbro von *Veltlin* ist aber die Hornblende gegen den Diallag meist überwiegend. Wo die Gemengtheile des Gabbro kleinkörnig sind, bestehen sie allein aus Hornblende und Labrador, und nur die gröfseren Körner der Hornblende haben noch einen mehr oder weniger grofsen Kern von Diallag.

G. Rose hält solche Verwachsungen für begonnene Umwandlungen des Augit in Hornblende. Es ist, wenn man die Zusammensetzungen der thonerdehaltigen Augite und Hornblenden so wie der Diallage miteinander vergleicht, wohl zu denken, wie solche Augite in solche Hornblenden und Diallage zerfallen, und Verwachsungen des nicht krystallisirten Diallag mit Hornblende entstehen können. Die oben bemerkte wesentliche Verschiedenheit zwischen der Zusammensetzung des nicht krystallisirten und des krystallisirten Diallag könnte man dann so deuten, dafs erst nach lange fortgesetzter Verdrängung der Kalkerde durch Magnesia die aus Augit hervorgegangene Masse die Fähigkeit wieder zu krystallisiren erlangte. Ist auf der andern Seite der Diallag eine ursprüngliche Verbindung, und ist der krystallisirte aus dem nicht krystallisirten hervorgegangen: so würde auch dies eine lange fortgesetzte Verdrängung der Kalkerde durch Magnesia voraussetzen.

Es ist schade, dafs wir bis jetzt nur von einem einzigen krystallisirten Diallag die Zusammensetzung kennen. Sollten mehrere krystallisirte gefunden und analysirt werden: so würde es sich entscheiden, ob nur an Kalkerde arme Diallage der Krystallisation fähig seien.

Umwandlung des Diallag und Bronzit in Serpentin. Auf die nahe Verwandtschaft zwischen Gabbro und Serpentin hat schon von Buch[1]) aufmerksam gemacht. Das *Fichtelgebirge*, *Erzgebirge* und der *Ural* bieten Beispiele dar (I. Aufl. Bd. II. S. 607 ff.). An mehreren Orten findet sich der Bronzit in Begleitung von

[1]) Geognostische Beobachtungen. Bd. I. S. 45.

Magneteisen und Quarz. Nach G. Rose[1]) kommt bei *Auschkul* im *Ural* Diallag in Serpentin umgewandelt vor. Die Spaltbarkeit nach der Hauptfläche der tafelförmigen Individuen hat sich gut erhalten, und Herman's[2]) Analyse dieser von G. Rose für grobkörnigen Diallag gehaltenen Substanz entspricht der Zusammensetzung des Serpentin. Aus einer bis zum Verschwinden der Kalkerde fortgesetzten Verdrängung durch Magnesia und aus einem Verluste von ungefähr 10% Kieselsäure ist diese Umwandlung wohl zu begreifen. In dieser Beziehung ist die an anderen Orten beobachtete Begleitung des Diallag oder Bronzit von Quarz von Bedeutung. Nach diesen Beobachtungen und nach den Untersuchungen von Delesse[3]) ist die Umwandlung des Diallag in Serpentin, welche durch die länger bekannte Umwandlung des Augit in Serpentin (S. 631) schon wahrscheinlich geworden ist, vollkommen erwiesen.

Zersetzung des Diallag. In dem oben (S. 653) erwähnten Gesteine, welches eine Spalte von mindestens 4 Fuss Mächtigkeit in der Grauwacke erfüllt und sehr zersetzt ist (man möchte es für Gabbro halten) stellte ich folgende Beobachtungen an. Das Gestein braust mehr oder weniger mit Säuren: an den äufsern Flächen, wo es gänzlich zersetzt ist, am stärksten, im Innern, wo die Zersetzung weniger fortgeschritten ist, viel weniger, und meist nur an parallel laufenden, gelblichweifsen oder ochergelben oder ocherbraunen Kalkspathadern. Es enthält viel Magneteisenkörner, selten kleine Glimmerblättchen. Hier und da ist es fast durch und durch mit Eisenocher durchzogen. In kleinen Drusenräumen kommt etwas krystallisirter Quarz und Eisenspath vor.

Hier erscheint also kohlensaurer Kalk als ein Zersetzungsproduct von Diallag in bedeutenden Quantitäten, besonders wenn man beachtet, dafs zwei Quellen aus dem Gange kommen, welche dieses Carbonat ununterbrochen fortführen.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 525.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 226.

[3]) Bulletin de la Soc. géolog. de France. Ser. II. T. VI. p. 547.

C. Hypersthen.

Er ist ein wesentlicher Gemengtheil des Hypersthenfels oder Hyperit (*Paulsinsel* und Küste von *Labrador*, und an anderen Punkten); ferner kommt er vor im Grünstein und in körnigem Kalk. Im Hyperit scheint der Hypersthen stets im Gemenge mit Labrador zu sein.

	I.		II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	54,25		51,35	58,27	46,11	51,36
Kalkerde	1,50		1,84	—	5,38	3,09
Magnesia	14,00		11,09	18,96	25,87	21,31
Eisenoxyd	24,50	oxydul	33,92	14,42	12,70	21,27
Manganoxydul . . .	Spur		—	6,34	5,29	1,32
Thonerde	2,25		—	2,00	4,07	0,37
Wasser	1,00		0,50	—	0,48	—
	97,50		98,70	99,99	99,90	98,72
S.-Q. wenn Thonerde als Base	0,508		0,465	0,429	0,735	0,545
S.-Q. wenn Thonerde als Säure betrachtet wird	0,453		—	0,386	0,607	—

	VI.	VII.	VIII.
Kieselsäure	51,78	51,85	51,35
Thonerde	1,12	3,90	3,70
Eisenoxydul	10,97	20,20	20,56
Kalkerde	20,04	1,60	1,68
Magnesia	15,58	21,91	22,59
Glühverlust	0,22	0,20	0,10
	99,71	99,66	99,98
Sauerstoffquotient für Thonerde als Säure	0,526	0,475	0,494

I. Hypersthen von der Küste Labrador, nach Klaproth[1]).

II. Von der Insel *Skye*.

III. Eine Varietät von der *Baffins-Bay* (in einem quarzhaltigen Gestein).

IV. Von der *Paulsinsel*. Diese drei Analysen nach Muir[2]).

V. Von demselben Vorkommen, nach Damour[1]).

Die Schwankungen, namentlich zwischen II, III u. IV

[1]) Beiträge Bd. V. S. 37.

[2]) Thomson Outl. of min. Vol. I. p. 202.

lassen, wenn die Analysen correct sind, schliefsen, dafs die zur Analyse verwendeten Exemplare mehr oder weniger unrein waren. Das meiste Vertrauen verdient V, dessen Sauerstoffquotient mit dem der Diallage und Bronzite übereinstimmt. Die Structur und die Spaltungsflächen des Hypersthen und des Bronzit von *Marburg* stimmen gleichfalls ganz mit einander überein; daher, bemerkt Köhler, ist weder ein chemischer noch ein mineralogischer Grund gegen ihre Identität vorhanden. Soviel ist gewifs, dafs dieselben Umwandlungen und Zersetzungen, denen die Bronzite und Diallage ausgesetzt sind, auch bei den Hypersthenen gedacht werden können, und wahrscheinlich auch stattfinden. Die Körner des Hypersthen aus dem Hypersthenfels von *Penig* in *Sachsen* sind an den Rändern, wo sie an Labrador grenzen, so wie an den Seiten kleiner Risse, die sie öfters durchziehen, mit Hornblende verwachsen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs der Hypersthen aus Hornblende und vielleicht beide aus Augit hervorgegangen sind (S. 654 ff).

VI. Schwarzer Hypersthen, welcher 4 Spaltungsrichtungen zeigt; von *Neurode* in *Schlesien*, nach G. v. Rath [2]).

VII und VIII. Schwärzlichbrauner Hypersthen aus einem Feldspathgestein von *Château Richer* bei *Quebec*; krystallinische Massen, nach T. S. Hunt [3]).

Unter den 8 Sauerstoffquotienten des Hypersthen sind 5, welche unter 0,5 fallen und unter diesen wiederum 2, welche diesem sehr nahe kommen; 2 Sauerstoffquotienten übersteigen 0,5 noch, obschon die Thonerde zu den Säuren gerechnet wurde. In Beziehung auf diese letzteren, welche einen Verlust an Kieselsäure voraussetzen, ist zu bemerken, dafs das unten angeführte Gestein bei *Boppard* nach allen Richtungen von Quarzadern durchzogen ist, und dafs vielleicht auch der Jaspis bei dem Hyperit am *Uralflusse* bei *Orsk* ein Zersetzungsproduct des Hypersthen ist. Wir halten uns daher ebenfalls für

[1]) Ann. des Mines Sér. IV. T. V. p. 157.

[2]) A. a. O.

[3]) Jahresber. 1855. S. 926.

berechtigt, für die Hypersthene den Sauerstoffquotienten 0,5 als den normalen anzunehmen.

Zersetzung des Hypersthen. Unterhalb *Boppard* am *Rhein* findet sich im Thonschiefer ein Gestein, welches Hyperit oder Gabbro ist. Das Gestein ist vielfach unregelmäfsig zerklüftet und von zahlreichen Quarz- und Kalkspathadern nach allen Richtungen durchzogen (I. Aufl. Bd. II. S. 614 ff.).

Verschiedene von dem krystallinischen Gesteine abgeschlagene Stücke wurden mit Säuren geprüft. Wo das Gestein frisch, wenn auch hier und da mit kleinen ocherbraunen Stellen überzogen war, brauste es nicht; wo es sich aber verändert zeigte, wo ein weifser oder ocherbrauner Ueberzug es bedeckte, da brauste es; jedoch manchmal nur an wenigen Stellen. In einer von Quarzschichten durchsetzten Stufe zeigte sich das stärkste Brausen an der Grenze des Quarzes. Auch einzelne Punkte im Quarze selbst brausten. Das Gestein in der Nähe dieser Quarzschichten läfst gleichfalls ein sehr starkes Brausen wahrnehmen; denn hier ist die Zersetzung am weitesten fortgeschritten. Brauneisenstein mit Kalkspath, zum Theil in Drusen krystallisirt, und Quarz mit Spuren von Kupfer- und Eisenkies bilden einen kleinen Gang im gröfseren Gange des krystallinischen Gesteins, und stellen ein Conglomerat aller Zersetzungsproducte desselben dar.

Auch mehrere Stufen Thonschiefer aus den Umgebungen des krystallinischen Gesteins brausten hier und da mit Säuren. Ohne Zweifel haben die Gewässer den kohlensauren Kalk aus dem krystallinischen Gesteine in den Thonschiefer geführt.

Dafs die Kalkspath- und Quarzadern, so wie der Brauneisenstein nichts anderes als Zersetzungsproducte des Hypersthen oder des Diallag sind, unterliegt keinem Zweifel.

Einige Hyperite von der *Ruhr*, welche v. Dechen [1]) beschrieben, habe ich gleichfalls mit Säuren geprüft. Stufen aus einem Lager [2]) brausten nicht im mindesten;

[1]) Archiv von Karsten und v. Dechen. Bd. XIX.

[2]) Archiv für Mineral. Bd. XIX. S. 488.

sie waren aber auch sehr frisch. Stufen von einem andern Lager, welche schon etwas verändert aussahen, brausten sehr stark. Ein weifser Ueberzug schien ganz aus kohlensaurem Kalk zu bestehen; denn er wurde von der Säure aufgelöst. Ein Thonschiefer vom Hangenden dieses Hyperitlagers brauste nicht; nur an einer einzigen Stelle stiegen einige Bläschen auf.

Unterhalb *Schweppenhausen* auf dem *Hundsrück* ragen auf der Höhe des linken Gebirgsabhanges einzelne Felsen eines Gesteins hervor, welches gleichfalls Hyperit zu sein scheint. Zwischen den Absonderungen zeigen sich Uebergänge in Eisenoxydhydrat und die Klüfte sind mit Kalkspath erfüllt. Das Eisenoxydhydrat zieht sich, wo die Zersetzung am meisten fortgeschritten ist, und ebenso der Kalkspath in das Innere hinein.

G. Rose [2]) führt einen Hyperit am Durchbruche des *Uralflusses* bei *Orsk* an, der etwas kohlensauren Kalk eingemengt enthält. Bemerkenswerth ist, dafs er ein 4 bis 5 Fufs mächtiges Jaspislager bedeckt, und dieses auf Thonschiefer liegt. Sollte bei der Metamorphose des Hyperit Kieselsäure ausgeschieden worden sein, welche seine Unterlage in Jaspis umgewandelt hatte?

G. v. Rath analysirte den feinkörnigen Hyperit von *Neurode* in *Schlesien*, welcher den oben angeführten Hypersthen enthält. Er fand approximativ, dafs man ihn als eine Zusammensetzung aus 60 % Hypersthen und 40 % Labrador betrachten könne.

Die Umwandlungen des Augit lassen sich unter folgende Rubriken bringen.

1) Austausch seiner Kalkerde gegen Magnesia. Dies ist bei seiner Umwandlungs in Uralit und Asbest der Fall. Durch einen solchen Austausch können auch Diallag, Bronzit und Hypersthen aus Augit hervorgehen. Damit soll aber nicht behauptet werden, dafs diese Mineralien nur umgewandelte Augite seien. Beim Asbest und Bronzit kann der Austausch bis zum Verschwinden der Kalkerde gehen. Werden diese Erden und die anderen Basen gänzlich oder bis auf Minima fortgeführt: so erfolgt

[2]) Reise. Bd. II. S. 191.

die Umwandlung in Speckstein. Die Umwandlung in Serpentin erfolgt auf gleiche Weise; nur wird hierbei eine gröfsere Menge Magnesia aufgenommen.

2) Verlust sämmtlicher mit Kohlensäure mischbarer Basen. Eine solche Zersetzung zeigt sich bei der Umwandlung der Augite in Cimolit. Wirken aufser der Kohlensäure noch andere Säuren ein: so geht aus den Augiten Quarz hervor.

3) Die Zersetzung des Kalk-Manganoxydul-Augit in Braunit und Pyrolusit zeigt, wie mit der Kalkerde und Magnesia gleichzeitig die Kieselsäure ausgeschieden wird.

4) Die Augite können auch mit theilweiser Ausscheidung der Kalkerde in Hornblende und Granat, oder in Hornblende und Magneteisen zerfallen, und diese Zersetzung scheint nur durch Einwirkung von Kohlensäure und Sauerstoff zu erfolgen.

5) Die Kalkerde in den Augiten wird auch gegen Alkalien ausgetauscht und dadurch in Kalkcarbonat umgewandelt, wie die Grünerde in Formen von Augit zeigt. Dadurch ist auch die Möglichkeit einer Umwandlung der Augite in Glimmer gegeben.

Kapitel XXXV.

Hornblende.

Wie der Augit, so spielen auch die verschiedenen Arten der Hornblende eine wichtige Rolle im Mineralreiche; denn sie sind theils wesentliche, theils zufällige Gemengtheile mannichfaltiger und sehr verbreiteter Gebirgsarten. Sie sind, wie die Augite, Silicate von Kalkerde, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul und Eisen- und Manganoxyd. In der gemeinen Hornblende, in den Grammatiten, Strahlsteinen kommt noch Thonerde hinzu. Die Hornblenden gehören zu den fluorhaltigen Mineralien und darin unterscheiden sie sich von den Augiten, in denen man kein Fluor findet.

Vorkommen und Bildung. Früher hielt man dafür, dafs Hornblende und Augit höchst selten zusammen in Gebirgsarten vorkommen. Naumann [1]) bemerkt aber, dafs das Zusammenvorkommen von Augit- und Hornblendekrystallen in einem und demselben Basalt keineswegs zu den sehr seltenen Erscheinungen gehört. Im Basalt von *Meronitz* im *Böhmischen Mittelgebirge* fand ich Hornblende mit Augit und Glimmer. Wo die Hornblende von Augit begleitet wird, ist dieser nach Breithaupt von älterer Bildung [2]). Dies ist aber nicht immer der Fall. Ein grofser Theil der Grünsteine des *Ural* enthält neben Hornblende gleichfalls Augitkrystalle porphyrartig eingeschlossen [3]).

Die am häufigsten vorkommenden Hornblendearten, Grammatit, Strahlstein, gemeine und basaltische Hornblende, haben mit einander gemein, dafs sie, und zwar der Grammatit vorzugsweise, in körnigem Kalk und Do-

[1]) Lehrbuch der Geognosie. Bd. I. S. 651.

[2]) Auch G. Rose in Poggendorff's Ann. Bd. XXII. S. 336.

[3]) Ebend. S. 329.

lomit [1]) vorkommen. Mitten in einem Kalkbruche auf *Pargas* in *Finnland* fand man die Hornblende am häufigsten und besten krystallisirt; sie folgte der Lagerung des Kalk nierenweise. Sind diese Nieren grofs und kommt klarer spathiger Kalk darin vor [2]): so ist auch das Mineral in vollkommenen Krystallen ausgebildet. Der Pargasit findet sich auch in Kalk eingesprengt, meist in kleinen, mehr oder weniger ausgebildeten Krystallen, welche in perlenschnurähnlichen Adern, parallel der Lagerung des Kalks, zusammengehäuft sind. Die gröfsten bis jetzt gefundenen Krystalle lagen ganz lose in einer Höhle des Berges. Obgleich in Nieren vereint, liegt jeder Krystall für sich von Kalk umgeben. Die genannten Hornblendearten kommen auch auf Erzlagerstätten mit Magneteisen, Eisenglanz, Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz vor. Der Strahlstein erscheint sogar zuweilen im innigen Gemenge mit diesen Erzen und erlangt dadurch metallischen Glanz. In einem Kalksteinlager bei *Grünstädtel* in *Sachsen* finden sich Trümmchen und schmale Gänge von Strahlstein, mit Chlorit (Serpentin?), Blende, Kupferkies, Malachit u. s. w. [3]). Auch dem Grammatit sind zuweilen fremde Mineralien, z. B. Kupferlasur beigemengt, welche ihm zufällige Farben ertheilen. Jene Hornblendearten und der Antophyllit bilden auch mit Augitarten, mit Glimmer, Chlorit, Talk, Granat, Epidot u. s. w. Lager im krystallinischen Schiefergebirge.

Die gemeine Hornblende hat unter den Hornblendearten die gröfste geologische Bedeutung, da sie für sich das körnige Hornblendegestein bildet, als wesentlicher Gemengtheil den Syenit und Diorit zusammensetzt, und sich aufserdem als zufälliger Gemengtheil in sowohl massigen, als auch schiefrigen Gesteinen, namentlich im Granit, Hyperit, Gabbro, in gewissen Porphyren, im Gneifse, Glimmerschiefer und Chloritschiefer findet. Die basaltische Hornblende hat eine geringere Verbreitung. Zu-

[1]) Häufig und recht ausgezeichnet ist das Vorkommen der Hornblendearten im Kalkstein in den *Vereinigten Staaten*. Es finden sich 10 Zoll grofse Krystalle darin. Jahrb. für Mineral. u. s w. 1849. S. 821.

[2]) Nordenskiöld in Schweigger's Journ. Bd. XXXI. S. 405.

[3]) Freiesleben geognost. Arbeiten. Bd. VI. S. 35

weilen kommt sie im Basalt, Trachyt und in damit verwandten Gesteinen vor, ohne jedoch zu den wesentlichen Gemengtheilen zu gehören. Der Grammatit und der Strahlstein machen keine wesentlichen Gemengtheile von Gebirgsarten aus. Jener findet sich besonders auf untergeordneten Lagern, selten auf Gängen; dieser zeigt sich hier und da in verschiedenen krystallinischen Gesteinen als zufälliger Gemengtheil, wie im Gabbro, Serpentin u. s. w. Vorzüglich bildet der Strahlstein theils für sich, theils im Gemenge mit Hornblende, Glimmer, Chlorit, Granat u. s. w. untergeordnete Lager im Gneifs, Glimmer-, Chlorit-, Talk- und Hornblendeschiefer. Auch er erscheint selten auf Gängen. Der Byssolith findet sich aber auf Gangklüften und in Drusenräumen in krystallinischen Gebirgsmassen, besonders mit Bergkrystall, Adular, Thalit, in mehreren Theilen der Alpenkette [1]). Der Antophyllit ist nicht sehr verbreitet. Hier und da findet er sich im Glimmerschiefer. Auch im Granit, Diorit, Gabbro, Serpentin und Basalt hat man ihn getroffen.

Von der Umwandlung des Augit in Hornblende und Magneteisen in den Eisensteinlagern von *Arendal* war schon oben (S. 624) die Rede. In der *Solberggrube* zieht sich das Magneteisen in mannichfach gestalteten Adern und Verzweigungen durch das aus Hornblendemassen bestehende Nebengestein. In der *Alvelandsgrube* und in den *Buöegruben* wird es von sehr bedeutenden Hornblendemassen begleitet [2]).

An verschiedenen Orten in der Nähe der Stadt *Flekkefjord* in *Norwegen* sind es Hornblendestreifen, welche aus dem massigen Gneifse einen geschichteten machen. Diese Streifen sind zuweilen aufserordentlich dünn, kaum dicker als Papier, zuweilen aber auch mehrere Zoll mächtig. Die Hornblendelamellen mögen in senkrechtem oder horizontalem Parallelismus liegen, der Ursprung des Gneifs, der sie einschliefst, kann nicht verschieden sein [3]). Wer kann aber bei papierdicken Horn-

[1]) Hausmann Handbuch der Mineral. II. Aufl. S. 508.

[2]) Scheerer in Jahrb. für Mineral. 1843. S. 654. 660.

[3]) Ebend. S. 667 ff.

blendestreifen an eine plutonische Bildung oder plutonische Metamorphose denken!

In metamorphischen Gesteinen in der Stadt *Kragerö* finden sich gröfsere und kleinere Höhlenräume, deren Wände mit Hornblendekrystallen bedeckt sind. Sie erscheinen stalaktitenförmig mit einer Rinde eines Aggregat von krystallinischem Albit oder von sehr kleinen zugespitzten Albitkrystallen überzogen. In einigen dieser stalaktitischen Albitbildungen sind die Hornblendekrystalle ganz verschwunden und hohle Räume entstanden, welche in anderen mit Albit ausgefüllt sind. Weibye, dem wir diese Mittheilung verdanken [1]), hält diese Albite mit Recht für Absätze aus Gewässern, und gewifs sind solche auch die Hornblendekrystalle, welche von denselben Gewässern wieder fortgeführt worden sind. Volger [2]) beschreibt ein von Strahlsteinbüscheln durchzogenes, sehr feinkörniges Feldspathgestein, auf dessen äufseren, der Atmosphäre exponirt gewesenen Flächen diese Büschel ausgewittert waren, und viele Furchen oder Rinnen zurückgelassen hatten, in denen Lichenen angesiedelt waren.

Im Mineraliencabinet zu *Berlin* sah ich einen Granatkrystall, von dem fast nur noch die Rinde übrig ist. Im Innern ist eine Druse, welche von schwarzer Hornblende zum Theil erfüllt ist.

Amianth und Asbest, diese Umwandlungsproducte des Augit und der Hornblende (S. 627 ff.) kommen theils auf Gängen und Gangtrümmern, theils auf Lagern im Serpentin, Gabbro, Hyperit, und in einigen anderen krystallinischen Gebirgsarten vor. Der Asbest bildet entweder Gänge und Gängtrümmer für sich, vorzüglich im Serpentin, der zuweilen ganz davon durchschwärmt ist, oder er findet sich in Begleitung von Quarz, Katzenauge, Axinit, Thalit, Strahlstein, zuweilen auch von Erzen. Mit Hornblendemineralien, auch mit Chlorit, Talk, Kalk- und Bitterspath u. s. w. kommt er auf Lagern im Gneifse, im Glimmer-, Chlorit- und Hornblendeschiefer vor, und manch-

[1]) Jahrb. für Mineral. 1849. S. 776.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1854. S. 257 ff.

mal findet er sich auch in Lagern von Magneteisen, Eisenglanz, Kupferkies, Eisenkies und andern Erzen.

Das Vorkommen der Hornblende in Laven scheint für die Bildung derselben auf feuerflüssigem Wege zu sprechen. In der Lava des *Vesuv* kommt sie jedoch nur an den Wänden der Drusenräume in nadelförmigen Krystallen vor, während die in der Lava selbst eingewachsenen Krystalle nur Augit und Leucit sind [1]). In der Mineraliensammlung zu *Berlin* fand ich eine solche Lava, in der sich die Hornblendekrystalle wie Fäden von einem Ende des Drusenraums zum anderen ziehen. Eine ähnliche Erscheinung kann man künstlich hervorrufen, wenn man eine grofse Quantität Schwefel in einem Schmelztiegel schmilzt und langsam erkalten läfst. Man findet dann im erstarrten Schwefel Drusenräume, in welchen sich Schwefelkrystalle quer durchziehen. Könnte die Hornblende beim Erstarren der Lava eben so leicht krystallisiren, wie der erstarrende Schwefel, und bestände die Lava aus reiner Hornblendemasse: so wäre die Bildung der Hornblende in den Drusenräumen leicht zu erklären. Beides ist jedoch nicht der Fall; daher kann die Krystallisation der Lavafäden nur als ein späterer Act gedacht werden, nachdem die Lavasubstanz in eine Hornblendesubstanz umgewandelt worden war. Eine solche Umwandlung kann aber nur auf nassem Wege gedacht werden. Die von Dufrenoy [2]) analysirten Laven sind so zusammengesetzt, dafs sich aus denselben durch Krystallisation Augit, Leucit und Magneteisen abscheiden können. Die beiden ersteren Substanzen finden sich wirklich in der Masse der Lava, nicht aber die Hornblende, welche darin doch ebenso wie in den Drusenräumen zu erwarten wäre, wenn sie sich aus der flüssigen Lava ausscheiden könnte. Alle Erscheinungen führen daher zur Annahme, dafs sich die Hornblendekrystalle in den Drusenräumen der Lava später aus der augitischen Masse derselben gebildet haben.

[1]) G. Rose's Reise nach dem *Ural.* Bd. II. S. 365 und v. Buch in Poggendorff's Ann. Bd. X. S. 16.

[2]) Ann. des mines. T. XIII. p. 565.

Die Hornblende scheint überhaupt in den Laven des *Vesuv* nur selten vorzukommen.

Monticelli und Covelli[1]), welche die Laven und übrigen vulkanischen Producte von den Eruptionen von 1821, 1822 und 1823 so aufmerksam untersucht haben, führen wenigstens Hornblende nicht als einen Gemengtheil derselben an. In den Laven des *Aetna,* aber nur in denen aus früheren Zeiten, findet sich die Hornblende häufiger. Man kann sie in schönen Krystallen aus zersetzten Gesteinen an Kraterrändern sammeln[2]). Dieses Vorkommen in alten Laven und in zersetzten Gesteinen spricht gleichfalls für eine spätere Bildung, mithin auf nassem Wege.

In den vulkanischen Producten des *Laacher See* und dessen Umgebungen findet sich auch Hornblende in nicht krystallinischen Massen: so in den Auswürflingen mit Magneteisen, Ryakolith und Titanit, in Lava, in ausgeworfenen Hornblendeschiefern und Syeniten, endlich auch in Krystallnadeln und ausgebildeten Krystallen. Von diesem Vorkommen gilt aber dasselbe, was von dem in alten Laven des *Vesuv* u. s. w. bemerkt worden.

Nach diesem allen möchte keine einzige Thatsache aufzuweisen sein, welche entschieden für die Bildung der Hornblende auf feuerflüssigem Wege spräche. (Vgl. auch S. 615.)

Ueber das Vorkommen von undeutlichen Hornblende- oder Augitkrystallen in einer Hochofenschlacke vergl. Richter[3]) und Hausmann[4]).

Was die oben (S. 615) bemerkte Umwandlung der Hornblende in Augit durch Schmelzen und langsames Abkühlen betrifft, so bemerkt Hausmann[5]) ganz richtig, dafs noch auszumitteln sei, ob hierbei eine Zersetzung

[1]) Der *Vesuv* u. s. w.

[2]) v. Buch a. a. O. S. 13. Derselbe bemerkt, dafs von Augit in diesen Laven nie etwas erwähnt wird, und dafs man ihn auch nicht in Sammlungen findet.

[3]) Jahresber. 1855. S. 922.

[4]) Ebend. 1856. S. 843.

[5]) A. a. O. S. 506.

der Masse erfolge, oder ob eine Hornblendemischung unter gewissen Umständen eine Augitform annehmen könne.

Verhalten zu Säuren. Die eisenreichen Hornblenden werden von Salzsäure theilweise zersetzt, die übrigen jedoch nicht sonderlich angegriffen. Auch die Schwefelsäure zerlegt sie nur in geringem Grade. Nach dem Glühen oder Schmelzen verhalten sie sich nicht anders (v. Kobell). Eine von Kersten[1]) analysirte Hornblendevarietät wurde durch länger fortgesetzte Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure völlig zerlegt.

Zusammensetzung. In Beziehung auf den Werth der frühern Hornblendeanalysen verweisen wir auf S. 620. Wir verdanken es den sorgfältigen Bemühungen Rammelsberg's[2]), die Lücke, welche die frühern Hornblendeanalysen hinsichtlich der Bestimmung der relativen Quantitäten beider Eisenoxyde gelassen haben, auf eine ausgezeichnete Weise ausgefüllt zu sehen[3]). Wie bei den Augiten, so abstrahiren wir auch bei den Hornblenden von den frühern Analysen und nehmen blos Bezug auf die von Rammelsberg angestellten. Ebenso wie bei den Augiten, haben wir die Thonerde einmal als electropositiven und zweitens als electronegativen Bestandtheil angenommen und daraus die Sauerstoffquotienten berechnet. Nur die letztere Annahme führte zu nahe übereinstimmenden Resultaten. Rammelsberg bemerkt, dafs alle thonerdehaltigen Hornblenden Kali und Natron ($1\frac{1}{2}$ % bis 6 %) enthalten, während die Augite kein Alkali oder nur Spuren davon zeigen, was mit den Angaben von Kudernatsch übereinstimmt, dem wir eine Reihe sorgfältiger Augitanalysen

1) Jahrb. 1845. S. 651.

2) Poggendorff's Ann. Bd. CIII. S. 273 ff. und 435 ff.

3) Er bemerkt, dafs er nur die reinsten und frischesten Mineralien zur Analyse angewandt und dafs er auf die Entfernung sichtbarer Beimengungen alle Sorgfalt verwendet habe, obwohl er nicht in Abrede stellt, dafs oft ganz schön krystallisirte Mineralien Fremdartiges enthalten können, wie z. B. Titaneisen. Die aus einer grofsen Zahl von Varietäten ableitbare gemeinsame Constitution dürfte indefs der beste Beweis sein, dafs solche fremde Stoffe nur in kleiner Menge vorhanden sind.

verdanken. Meistens findet sich in den Hornblenden auch Fluor und Titansäure.

Rammelsberg bringt sämmtliche Hornblenden in folgende 4 Abtheilungen:

A. Thonerde- und eisenoxydfreie, d. h. Silicate von Monoxyden.

B. Thonerdefreie, eisenoxydhaltige.

C. Thonerde- und eisenoxydhaltige.

D. Eisenoxydfreie, thonerdehaltige.

	A.							
	I.			II.	III.	IV.	V.	VI.
	a.	b.	c.					
Kieselsäure	57,72	58,38	58,25	58,87	57,40	54,71	55,50	56,77
Thonerde	—	—	—	1,77	0,38	—	—	0,97
Eisenoxydul	Spur	Spur	Spur	Spur	1,36	2,41	6,25	5,88
Kalkerde	13,95	13,86	14,03	11,00	13,89	15,06	13,46	13,56
Magnesia	27,45	26,90	27,33	28,19	25,69	23,92	22,56	21,48
Glühverlust	0,33	0,34	0,39	0,18	0,40	3,33	1,29	2,20
	99,45	99,48	100,00	100,01	99,12	99,43	99,06	100,86
S.-Q. für Thonerde als Base	0,492	0,485	0,478	0,5	0,495	0,508	0,495	0,483

	B.	C.	
	VII.	VIII.	IX.
Fluor	—	—	2,76
Kieselsäure	51,22	51,67	46,12
Thonerde	—	5,75	7,56
Eisenoxyd	23,75	2,86	—[1]
Eisenoxydul	7,80	—	2,27
Manganoxydul	1,12	—	Spur
Kalkerde	2,08	12,42	13,70
Magnesia	0,90	23,37	21,22
Natron	10,58	0,75	2,48
Kali	0,68	0,84	1,29
Glühverlust	0,16	0,46	1,10
	98,29	98,12	98,50
S.-Q. für Thonerde als Base	0,521	0,595	0,722
S.-Q. für Thonerde als Säure	—	0,450	0,501

[1]) Gehört nicht in diese Gruppe, da er kein Eisenoxyd enthält.

	C.				
	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Fluor	—	0,21	0,25	1,70	—
Titansaäure	—	—	1,01	Spur	—
Kieselsäure	45,93	49,33	44,24	41,26	43,18
Thonerde	12,37	12,72	8,85	11,92	10,01
Eisenoxyd	—	1,72	5,13	4,83	6,97
Eisenoxydul	4,55	4,63	11,80	9,92	14,48
Manganoxydul	0,34	—	—	Spur	0,29
Kalkerde	12,22	9,91	10,82	11,95	11,20
Magnesia	21,12	17,44	13,46	13,49	9,48
Natron	2,24	2,25	2,08	1,44	2,16
Kali	0,98	0,63	0,24	2,70	1,30
Glühverlust	0,59	0,29	0,39	0,52	0,37
	100,34	99,13	98,27	99,73	99,44
S.-Q. für Thonerde als Base	0,818	0,701	0,754	0,877	0,735
S.-Q. für Thonerde als Säure	0,464	0,381	0,487	0,492	0,485

	C.				
	XV.	XVI.	XVII.		XVIII.
			a.	b.	
Titansäure	—	1,01	0,80	1,07	—
Kieselsäure	37,84	42,27	40,00	40,00	39,92
Thonerde	12,05	6,31	8,00	7,37	14,10
Eisenoxyd	4,37	6,62	10,10	10,45	6,00
Eisenoxydul	12,38	21,72	11,04	13,38	11,03
Manganoxydul	0,68	1,13	1,03	1,85	0,30
Kalkerde	14,01	9,68	10,26	11,28	12,62
Magnesia	12,16	3,62	11,51	7,51	10,72
Natron	0,75	3,14	2,72	5,25 (Natron + Kali)	0,55
Kali	2,63	2,65	2,53		3,37
Glühverlust	0,30	0,48	0,60	0,54	0,37
	97,67 [1]	98,63	98,59	98,70	98,78
S.-Q. für Thonerde als Base	0,980	0,704	0,877	0,833	0,952
S.-Q. für Thonerde als Säure	0,540	0,500	0,588	0,571	0,455

[1]) Die Fehler in der Summation der Nummern XV, XVIII, XX, XXII finden sich im Original.

	C.			
	XIX.	XX.	XXI.	XXII.
Titansäure	1,01	0,80	1,53	0,19
Kieselsäure	42,52	40,65	41,01	39,62
Thonerde	11,00	14,31	13,04	14,92
Eisenoxyd	8,30	5,81	5,38	10,28
Eisenoxydul	9,12	7,18	10,75	7,67
Manganoxydul	—	—	—	0,24
Kalkerde	12,25	12,55	9,31	12,65
Magnesia	13,45	14,06	13,48	11,32
Natron	1,71	1,64	1,26	1,12
Kali	1,92	1,54	1,79	2,18
Glühverlust	—	0,26	0,79	0,48
	101,28	99,10	98,34	99,67
S.-Q. für Thonerde als Base .	0,869	0,934	0,885	1,02
S.-Q. für Thonerde als Säure .	0,518	0,478	0,466	0,503

I. Tremolit vom *St. Gotthardt*, in strahligen, farblosen und durchsichtigen Krystallen.

II. Feinstrahliger, gelblichweifser Tremolit aus *Schweden*, durchscheinend, mit körnigem Kalk verwachsen.

III. Weifser strahliger Tremolit von *Gouverneur, St. Lawrence County, New-York*.

IV. Grünlichweifser, faseriger Tremolit von der Insel *Maneetsok* in *Grönland*; mit körnigem Kalk verwachsen.

V. Grüner, durchsichtiger krystallisirter Strahlstein, vom *Greiner* im *Zillerthal*, in Talk eingewachsen.

VI. Graugrüner Strahlstein von *Arendal* in grofsen Krystallen, grün durchscheinend, mit Albit verwachsen.

VII. Arfwedsonit, stark gestreifte, am Ende verbrochene Prismen, mit Eudialit und Natrolith verwachsen.

Die folgenden VIII—XI hellgefärbte eisenarme Hornblenden.

VIII. Hornblende von *Edenville*, farblos und durchsichtig.

IX. Grüner Pargasit, von *Pargas*, in Körnern oder Krystallen in Kalk eingewachsen.

X. Hornblende von *Monroe, Orange Co., New-York*. Grofse Krystalle von bläulichgrauer Farbe.

XI. Hornblende von der *Saualpe* in *Kärnthen*, Carinthin. Blätterige Massen, verwachsen mit Quarz, Cyanit, Granat, Zoisit, Zirkon etc.

Die folgenden XII—XXII schwarze Hornblenden.

XII. Hornblende von *Bogoslowsk* am *Ural.* Sie bildet als gröſsere, derbe Massen einen Gemengtheil des Diorit, ist hie und da mit Quarz, so wie mit bräunlichweiſsem Glimmer verwachsen. Sie zeigt vollkommene Spaltbarkeit.

XIII. Hornblende von *Pargas.*

XIV. Hornblende von *Arendal,* intensiv schwarz, meist in groſsblätterigen Massen mit glänzenden Spaltungsflächen, selten in kleinen Krystallen; mit Feldspath, wahrscheinlich Albit verwachsen.

XV. Hornblende von *Filipstad* in *Wärmland*; schwarze Krystalle ohne Endflächen oder derbe Massen, mit röthlichem Kalkspath und grünlichweiſsem Glimmer verwachsen, so daſs letzterer wahrscheinlich aus einer Metamorphose der Hornblende entstanden ist.

XVI. Hornblende von *Brevig*; schwarze Masse mit glänzenden Spaltungsflächen; enthielt nichts Fremdartiges auſser einigen Körnern von einem zirkonähnlichen Mineral.

XVII. Hornblende von *Frederiksvaern* in *Norwegen*; zwei verschiedene Probestücke; a. ein solches, an dem der begleitende Feldspath fast weiſs, und von sonstigen Mineralien fast nichts zu sehen war; b. ein anderes, an welchem die Hornblende mit rothem Feldspath und zahlreichen Zirkonen verwachsen war.

XVIII. Hornblende vom *Vesuv*; theils schwarze Krystalle, theils derbe Massen, von gelbgrünem Glimmer begleitet.

XIX. Hornblende von *Håertlingen,* von Augit begleitet.

XX. Hornblende von *Cernosin* in *Böhmen*; groſse Krystalle aus einer basaltischen Wacke.

XXI. Hornblende von *Honnef* am *Siebengebirge;* schwarze krystallinische Massen in der basaltischen Wacke aus der *Adlergrube.*

XXII. Hornblende vom *Stenzelberg* im *Siebengebirge;* aus dem dortigen Trachyt.

Solche bedeutende Differenzen, wie bei den Augiten wo eine theilweise Ausscheidung der Basen entschieden stattgefunden hatte, finden sich weder bei diesen noch bei den früheren Analysen von thonerdefreien Hornblenden.

Hieraus folgt, dafs diese weniger als jene der Zersetzung unterworfen sind, und darauf deutet auch der geringe Wassergehalt der Hornblenden, der nach v. Bonsdorff nur 0,1 bis 0,5 % beträgt. In der Weifsglühhitze stieg indefs der Glühverlust von 1 bis auf 2,29 %, der jedoch von ausgetriebenem Fluorkieselgas herrührte. Wasserquantitäten, wie sie manche Salite zeigen, die bis zu 5 % steigen, finden sich bei den Hornblenden nicht; nur der Antophyllit von *Perth* enthielt 3,6 %. Es ist ohne Zweifel der gröfsere Kalkgehalt in den Augiten, der sie zur Zersetzung geneigter macht als die Hornblenden.

Unter den vorstehenden 25 Sauerstoffquotienten von Hornblenden (Thonerde als Säure genommen) sind es 15, welche unter 0,5 fallen; 17 kommen diesen Sauerstoffquotienten sehr nahe und 8 entfernen sich etwas mehr von demselben. Von diesen letztern fallen 5 unter den Sauerstoffquotienten 0,5, und 3 übersteigen ihn.

X. ist in dünnen Blättchen gelbgrau durchscheinend und an einzelnen Stellen mit Höhlungen erfüllt, welche von Brauneisenstein bekleidet sind. Dies deutet auf eine schon eingetretene Zersetzung und Fortführung von Basen.

Da überhaupt die Mehrzahl der Sauerstoffquotienten unter 0,5 fallen: so mufs man annehmen, dafs schon Zersetzungen durch Verlust von Basen eingetreten waren; da ferner nur 3 bedeutender über 0,5 steigen: so ist zu schliefsen, dafs eine Zersetzung durch Verlust von Kieselsäure seltener von Statten geht.

In Betreff des so sehr niedrigen Sauerstoffquotienten von XI bemerkt Rammelsberg, dafs die ganze Beschaffenheit des Minerals dasselbe als ein reines unzersetztes erscheinen läfst; woher demnach diese gänzliche Abweichung rührt, ist nicht zu ermitteln.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dafs man 0,5 als normalen Sauerstoffquotienten für die Hornblenden annehmen kann.

Umwandlungen der Hornblende. Wenn diese auch nicht so mannichfaltig wie bei den Augiten sind: so finden sich doch mehrere correspondirende, wie in Asbest, Serpentin, Speckstein u. s. w. Bei der grofsen Aehnlichkeit in der Zusammensetzung der Hornblende

und des Augit wird die Richtung, welche beide Mineralien in correspondirenden Fällen nehmen, dieselbe sein.

Chlorit nach Hornblende. Am *Greiner* in *Tyrol* fand Reufs [1]) Hornblendekrystalle mit einer Rinde von Chlorit umgeben. Diese, gewöhnlich nur ½ bis 1''' dicke Rinde nimmt zuweilen so zu, dafs der Chlorit den gröfsten Theil des Krystalls zusammensetzt, und nur in der Mitte ein kleiner Kern von Hornblende zu sehen ist, ja man findet Krystalle, wo die Hornblende ganz verschwunden ist. Volger [2]) fand in Räumen einer Stufe, in denen Strahlsteine zerstört worden, wulstförmigen Chlorit, vielleicht als Verdrängungspseudomorphose.

So lange nicht die Chloritrinde und der Hornblendekern analysirt werden, ist der Umwandlungsprocefs nicht deutlich zu erkennen. Jedenfalls wird bei dieser Umwandlung ein Theil der Kieselsäure und alle Kalkerde ausgeschieden. Es ist möglich, dafs dies durch kohlensaure Gewässer geschieht, welche das Kalksilicat zersetzen und den Kalk als Carbonat und zugleich die Kieselsäure fortführen.

Serpentin nach Hornblende. Breithaupt [3]) beschreibt ein Mineral, an welchem man den allmäligen Uebergang des glasigen Strahlstein aus dem frischesten und harten Zustande in dichten, edlen Serpentin, zum Theil noch mit beibehaltenen Spaltungsumrissen, endlich auch bis zum Verschwinden derselben sieht. Andere Stufen zeigen ähnliche Umwandlungen. G. Rose [4]) beschreibt ein Stück Serpentin von *Easton* in *Pennsylvanien*, auf welchem sich zersetzte Krystalle befinden, welche sehr deutlich die Form der Hornblende erkennen lassen. Vergleiche über diese Umwandlung Dana [5]).

Es ist die Analyse einer Hornblende und eines damit verwachsenen Serpentin zu wünschen, um den Umwandlungsprocefs klar einsehen zu können. Viel Kiesel-

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1840. S. 136.

[2]) Studien. S. 154.

[3]) Jahrb. für Chemie und Physik. Bd. LXIII. S. 282.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 523.

[5]) Jahresb. 1855. S. 982.

säure und aller Kalk müssen auch bei dieser Umwandlung ausgeschieden werden.

Speckstein in Formen von Hornblende. Blum [1]) beobachtete eine solche Umwandlung am Pargasit aus dem körnigen Kalk bei *Pargas* in *Finnland.* Sie beginnt im Innern und schreitet nach aufsen fort. Mehrere durchbrochene Krystalle waren bis auf die Rinde umgewandelt. Auch am Grammatit von *Oxbow* (*New-York*) nahm er [2]) diese Umwandlung wahr. Bei den in Speckstein umgewandelten Massen zeigt sich meist noch die Theilbarkeit der Hornblendekrystalle so vollkommen, dafs die Spaltungsflächen eben, glatt und stark glänzend erscheinen. Nachstehende Analysen werfen einiges Licht auf diese Umwandlungen.

	I.	II.	III.	III a.
Kieselsäure	0,35	62,90	63,25	63,95
Magnesia	—	28,92	28,92	28,25
Thonerde	—	0,14	0,14	0,78
Eisenoxyd	0,14 [3])	4,42	4,56	0,60
Kalk	—	0,04	0,04	—
Kohlensaurer Kalk	0,07	—	0,07	—
Kohlensaure Magnesia	0,24	—	0,24	—
Glühverlust	—	0,86	0,86	6,65
	0,80	97,28	98,08 [4])	100,23

	IV.	V.	VI.
Kieselsäure	35,00	34,66	60,79
Magnesia	20,70	25,22	26,50
Thonerde	32,33	25,33	0,40
Kalk	10,80	5,09	10,25
Glühverlust	1,17	9,09	1,27
	100.00	99,39	99,21
S.-Q. für Thonerde als Säure	0,341	0,387	—

I, II, III. Eben angeführte Pseudomorphosen von *Oxbow,* welche ich von Blum erhalten und analysirt habe, I durch Salzsäure extrahirt, II in Salzsäure unauflösliche

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 18.

[2]) Erster Nachtrag. S. 15. Andere Umwandlungen dieser Art sind im zweiten Nachtrag S. 12 beschrieben.

[3]) Thonerdehaltig.

[4]) Der Verlust rührt zum Theil von organischen Substanzen her.

Theile, III als ein Ganzes. Es ist also ein Speckstein, der noch unzersetztes Eisenoxydsilicat enthält. Da dieser Grammatit ohne Zweifel Thonerde enthielt: so sieht man, wie diese Erde durch die Umwandlung bis auf ein Minimum fortgeführt worden war. Zur Vergleichung wurde die Analyse des Speckstein von *Ingeris* bei *Abo* nach Tengstroem unter No. III a hinzugefügt.

IV und V. Zersetzte Hornblenden von *Warwick* (*Orange county*) in magnesian limestone nach Lewis C. Beck[1]), welcher sagt: „the principal difference in chemical composition between this mineral and the several varieties of hornblende is in the larger amount of alumina, which has, in part, replaced the silica". Dies scheint so, was für ein Procefs soll es aber sein, wodurch Thonerde Kieselsäure verdrängt. Es hält schwer, sich eine richtige Vorstellung von diesem Umwandlungsprocefs zu machen. In IV und V war die Zersetzung ohne Zweifel ungleich und in V mehr als in IV fortgeschritten. Mit zunehmender Magnesia nimmt die Thonerde und Kalkerde ab, wie dies auch der bedeutend zunehmende Wassergehalt zeigt; eine Verdrängung dieser beiden Erden durch Magnesia hatte also stattgefunden; es wurde aber bei weitem mehr fortgeführt als zugeführt, wie auch die niedrigen Sauerstoffquotienten = 0,341 und 0,387 zeigen. Die Kieselsäure in IV und V beträgt 6,7 % weniger als in den thonerdehaltigen Hornblenden mit dem geringsten Kieselsäuregehalt; es ist daher denkbar, dafs gleichzeitig Kalksilicate fortgeführt und durch Magnesiasalze zersetzt wurden (Kap. I. No. 40) und dafs durch letztere in einem späteren Stadium der Zersetzung auch ein Theil der Thonerdesilicate zersetzt wurde. Das Vorkommen dieser Pseudomorphosen im Kalkstein spricht für die Fortführung eines Theils der Kalksilicate als solche; denn die Gewässer hatten während ihres Durchdringens durch den Kalkstein ihre freie Kohlensäure verloren, und konnten daher auf die Kalksilicate nicht zersetzend wirken. Da endlich in den thonerdehaltigen Hornblenden die Magnesia bis auf 23 % steigt:

[1]) Reports of the Assoc. of americ. Geol. and Naturalists. Boston 1843. p. 244.

so scheint nur ein sehr geringer Theil der in den Pseudomorphosen enthaltenen Magnesia zugeführt worden zu sein.

VI. Ein Mineral aus *China*, welches Ebelmen und Salvetat[1]) für ein Gemeng aus vorwaltendem Tremolit und Speckstein halten. Mit Salzsäure brauste es stark, und Kalk und Magnesia wurden aufgelöst. Es ist schade, dafs die Menge beider Carbonate nicht bestimmt wurde. Sollte noch Kalkerde als Silicat vorhanden gewesen sein: so würde das Mineral für einen Speckstein zu halten sein, in welchem die Zersetzung der Kalksilicate durch Magnesiasalze noch nicht vollendet war. Da die Tremolite theils ganz frei von Thonerde sind, theils nur sehr geringe Mengen davon und sehr viel Magnesia enthalten: so brauchten nur geringe Quantitäten von den Kalksilicaten durch Magnesiasalze zersetzt zu werden. Dafs diese Silicate wirklich mehr oder weniger von Kohlensäure zersetzt wurden, zeigt das Brausen mit Säuren[2]).

Umwandlungen der Hornblende in Talk.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure .	60,60	58,07	60,85	62,85	62,15	61,51
Thonerde . .	0,32	—	1,71	1,44	1,01	0,83
Eisenoxydul .	0,50	1,82	0,09	0,20	0,38	0,12
Kalkerde . .	11,85	12,99	Spur	0,42	0,07	3,70
Magnesia . .	25,43	24,46	32,08	30,76	33,04	30,93
Wasser . . .	1,20	—	4,95	4,55	3,21	2,84
	99,90	97,34	99,68	100,22	99,86	99,93
Sauerstoffquot.	0,432	0,458	—	—	—	—

I. Tremolit vom *St. Gotthardt* nach Richter[3]).

II. Derselbe nach Damour[4]).

III. Talk vom *St. Gotthardt* nach Scheerer[5]). Er kommt mit Quarz und magnesiahaltigem Kalkspath (ungefähr 3,5 % kohlensaure Magnesia enthaltend) verwachsen vor, welche beide oft in sehr dünnen Lamellen zwischen den Talkblättern liegen.

[1]) Ann. de chim. et de phys. T. 31. p. 257.

[2]) Vergl. Kap. Speckstein und Talk.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 353.

[4]) Ann. de chim. et phys. T. XVI. p. 469.

[5]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 346, 347 und 352. Vrgl. Kap. Speckstein.

IV und V. Strahligblättriger Talk von ebendaher nach Demselben[1]). Oberflächlich betrachtet sieht er wie concentrisch schaliger Tremolit aus. Stellenweise ist er gleichfalls mit Quarz und magnesiahaltigem Kalkspath, so wie beim Talk III verwachsen.

VI. Asbestartiger Talk von ebendaher nach Demselben[1]). Dieser Talk bildet vollkommene Uebergänge in IV und V, und dieser in III. Alle drei finden sich zusammen mit dem Tremolit I.

Da diese vier Mineralien an demselben Fundorte in einander übergehen: so bleibt wohl kein Zweifel übrig, dafs die drei Talke aus dem Tremolit hervorgegangen sind. Die Kalksilicate wurden durch Magnesiasalze gröfstentheils in Magnesiasilicate umgewandelt, ein Theil davon scheint aber zersetzt worden zu sein, wie der zwischen den Talkblättern liegende Kalkspath und Quarz zeigt. Da letzterer Magnesiacarbonat enthält: so scheint ein Theil des Magnesiasilicat durch Kohlensäure zersetzt worden zu sein.

Dafs übrigens die beiden Tremolite schon in einer Umwandlung nach derselben Richtung begriffen waren, zeigen ihre niedrigen Sauerstoffquotienten.

In den Trachyten und Trachytconglomeraten des *Siebengebirges* findet sich häufig die Hornblende in eine specksteinartige Masse umgewandelt[2]).

Da aus der Hornblende so wie aus Augit bei ihrer Umwandlung in Speckstein oder Talk, nur sehr wenig ausgeschieden, und dies durch aufgenommenes Wasser compensirt wird: so leuchtet ein, wie diese Umwandlung ohne Beeinträchtigung der Form und des Volumens von Statten gehen kann[3]).

Nach Hassenkamp[4]) kommen am *Pferdskopf* in der *Rhön* Hornblendekrystalle vor, die zu einer bräunlichrothen, dem Kaolin ähnlichen Masse umgewandelt sind. Sollte es vielleicht eine specksteinartige Masse sein?

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 346, 347 und 352. Vrgl. Kap. Speckstein.

[2]) Geognost. Führer in das *Siebengebirge* von v. Dechen und v. Rath.

[3]) Vergl. Kap. Speckstein und Talk.

[4]) Jahrb. für Mineral. 1859. S. 297.

Jaspis nach Hornblende. Maier[1]) beschreibt im Basalte des *Wolfsberges* bei *Cernossin* in *Böhmen* eingeschlossene Krystalle und Trümmer von Krystallen basaltischer Hornblende, welche manchmal in rothen Jaspis umgewandelt erscheinen. Ob hierbei alle Basen fortgeführt wurden und die Kieselsäure zurückblieb, oder ob neue Kieselsäure hinzutrat, ist aus der Beschreibung nicht zu erschliefsen.

Auch Körner von gelbem Jaspis findet man im Basalte eingeschlossen, die, nach einigen unveränderten Stellen zu schliefsen, Metamorphosen des Augit sind.

Umwandlung der Hornblende in Asbest siehe S. 631.

Umwandlung der Hornblende in Glimmer. Eigentliche Pseudomorphosen des Glimmer in Formen von Hornblende hat man noch nicht gefunden. Folgende Erscheinungen habe ich aber an Hornblendearten im Mineraliencabinet zu *Berlin* wahrgenommen. Die grüne Farbe der Pargasite geht in das Bräunliche über, die Härte nimmt ab, tombackbraune Glimmerblättchen treten auf, und zum Theil erscheinen die Pargasite ganz in Glimmer umgewandelt. Solche umgewandelte Individuen zeigen noch das ursprüngliche Ansehen. Auf den Kanten der umgewandelten Pargasite erscheint der Glimmer nicht deutlich; denn er ist bräunlich gefärbt. Mit der Spitze des Federmessers kann man aber die Glimmerblättchen spalten. Mitten in den braunen Pargasitpartieen mit Glimmerblättchen findet man noch einen unveränderten grünen Pargasitkern, und man kann hier die Uebergänge unmittelbar beobachten. Spaltet man den Glimmer fortwährend mit dem Messer: so kommt man an Stellen, wo es knirscht und die Spaltbarkeit aufhört. Es ist dann der bräunlich gewordene Pargasit, auf welchen der grüne unveränderte Pargasit folgt. Aber auch in durchbrochenen grünen Pargasitkrystallen finden sich zahlreiche kleine Glimmerblättchen.

Die gemeine Hornblende in undeutlichen, langen, schilfartigen Krystallen mit kleinen Zirkonkrystallen von *Miask* zeigt deutlich eine Umwandlung in Glimmer. Die

[1]) Blum die Pseudomorphosen. S. 58.

lauchgrünen, 3—4 Zoll langen Hornblendekrystalle sind in der Mitte zerfressen, braun gefleckt durch Eisenoxydhydrat, und in diesen zerfressenen Stellen liegen die Glimmerblätter nach allen Richtungen, manchmal jedoch in der Richtung des blättrigen Bruchs. Wo die Zersetzungen am stärksten sind, liegen sie nach allen Richtungen; wo sie sich einzeln auf Bruchflächen finden, spiegelt die Glimmerfläche zugleich mit der Bruchfläche der Hornblendekrystalle. Mitten in denselben sind kleine Particen mit Glimmerblättchen; nie aber finden sie sich auf unveränderten Krystallflächen. An einer Stelle zeigt sich eine Art Drusenbildung. Der Glimmer ist in einem Raume, einer dreiseitigen Pyramide ähnlich, von Hornblende umgeben, und nur an ihrer Basis kommt er zum Vorschein. Mehr oder weniger zersetzte Hornblendekrystalle von *Gouverneur* in *New-York* sind theils auf den Bruchflächen, theils auf der Oberfläche von unzähligen, zum Theil mikroskopisch kleinen goldgelben Glimmerblättchen bedeckt. Auch eine Hornblende von *New-Jersey* zeigt im Querbruche Glimmerblättchen und Kalkspath.

Basaltische Hornblende von *Bodenmais*, sehr frisch und ohne ocherbraune Streifen, ist gleichwohl auf den Bruchflächen an vielen Stellen, hier und da reihenweise, mit ganz dünnen Glimmerblättchen überzogen. Der Procefs der Umwandlung scheint hier im Beginnen gewesen zu sein. Eine andere Hornblende von demselben Fundorte ist mit unzähligen Glimmerblättchen bedeckt. Auf mehreren Bruchstücken basaltischer Hornblende zeigen sich in zerfressenen Stellen und in Höhlungen kleine Glimmerblättchen, und in deren Nähe ochergelbe Flecken. Mitten auf der Bruchfläche eines grofsen Hornblendekrystalls in einem Hornblendegesteine fand ich ein Glimmerblättchen. Eine äufsere Fläche eines andern Krystalls schien mit vielen Glimmerblättchen überzogen zu sein. Auf grofsen Hornblendekrystallen zeigte sich ein Anflug von Glimmer (I. Aufl. Bd. II. S. 872). Es wiederholt sich daher an Hornblendekrystallen dieselbe Erscheinung wie an Augitkrystallen (S. 642); hier wie dort können daher die Glimmerblättchen auf alterirten Stellen nur spätere Bildungen sein.

Wahrscheinlich ist der Glimmer, welcher die Hornblende des Diorit von *Corsica* (s. unten) innigst durchdringt und sie immer begleitet, gleichfalls eine umgewandelte Hornblende.

Es ist dies um so wahrscheinlicher, da diese nach Delesse Alkalien enthält.

T. H. Fergus [1]) theilt über die Entstehung des Glimmer aus Hornblende Folgendes mit. An den Grünsteinfelsen bei *Boston* ist die seit langer Zeit der Witterung ausgesetzt gewesene Oberfläche mit Glimmerschüppchen bedeckt, während das Innere keinen Glimmer, sondern nur Hornblende enthält. Mehrere Hornblenden von der Oberfläche oder von dem Innern des Gesteins zeigten in Löthrohrflamme das gewöhnliche Verhalten; der Witterung ausgesetzt gewesene Hornblendetheilchen nahmen aber in der äufsern Flamme eine lichtere Farbe an, und nach dem Erkalten genügte der leichteste Stofs, sie in goldfarbige Schuppen zu trennen, welche alle Merkmale des Glimmer zeigten.

Kenngott [2]) beschreibt eine Pseudomorphose von Glimmer (Phlogopit) nach Hornblende vom *Vesuv*.

Das Kali, welches diese Hornblende aufnehmen mufste, um sich in Glimmer umzuwandeln, kann von zersetztem Feldspath herrühren, welches als Carbonat zugeführt und wodurch das Kalksilicat in Kalisilicat umgewandelt wird (Kap. I. No. 5. S. 43 ff.). [3]) Die Farbe dieses Glimmer läfst auf Magnesiaglimmer schliefsen, und damit würde der supponirte Umwandlungsprocefs, wodurch das Magnesiasilicat der Hornblende nicht alterirt wird, übereinstimmen.

Weibye [4]) beschreibt Hornblendekrystalle, deren Inneres theils mit Kalkspath, theils mit Glimmer ausgefüllt ist. Hier findet sich das Zersetzungsproduct der

[1]) Sillim. Journ. 1848. T. VI. p. 425.

[2]) Jahresber. 1856. S. 887.

[3]) Umwandlungsprocesse, welche durch kohlensaures Kali bewirkt werden können, sind in der That sehr leicht zu begreifen, da jede scharfe Analyse in den meisten Quellwassern wenigstens Spuren von Kalisalzen nachweist. Erst kürzlich habe ich diese Salze in einem süfsen Quellwasser aus dem tertiären Gebirge gefunden.

[4]) Jahrb. für Mineral. 1849. S. 780.

Hornblende, welches bei deren Umwandlung in Glimmer ausgeschieden werden mufs.

Der so häufige Uebergang des Hornblendeschiefer in Glimmerschiefer deutet ganz besonders auf eine Umwandlung der Hornblende in Glimmer.

Wir fügen einige Analysen von Substanzen bei, die hierher zu gehören scheinen.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	42,50	47,71	46,27
Thonerde	22,30	26,43	25,10
Eisenoxydul	18,00	15,51	15,60
Manganoxydul	3,60	—	0,89
Kalkerde	—	0,48	—
Magnesia	3,10	1,80	3,80
Kali	Spur	1,91	2,70
Natron	—	0,61	1,20
Glühverlust	10,00	2,91	6,00
	99,50	97,36	101,56

I. Schwärzlichbraune Concretionen im sogenannten Fruchtschiefer (eine Varietät des Thonschiefer) nach Kersten[1]).

II. Ein ähnliches Mineral aus dem Fruchtschiefer von *Wechselburg* in *Sachsen*, welches ich von Blum erhalten und analysirt habe. Wegen Mangel an Material habe ich die Ursache des Verlustes nicht ermitteln können.

III. Gigantolith, nach Trolle-Wachtmeister[2]). Blum[3]) hält I für eine pseudomorphe Substanz, welche wahrscheinlich aus Hornblende hervorgegangen ist. Manche Stellen von II bestehen nach ihm ganz aus Glimmerschüppchen; auch das Schimmern und Glänzen in der matten Grundmasse rührt von Glimmerblättchen her. Die Zusammensetzung nähert sich der eines im Werden begriffenen Glimmers. Nur ist das Kali erst in geringer Menge aufgenommen worden. Die nahe Uebereinstimmung mit dem Gigantolith III läfst vermuthen, dafs ebenso, wie dieser eine Uebergangsstufe aus Cordierit in Glimmer ist, die Substanz II für eine Uebergangsstufe aus Hornblende in Glimmer gehalten werden kann.

[1]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXI. S. 108.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XLV. S. 558.

[3]) Zweiter Nachtrag. S. 32 ff.

Zersetzungen der Hornblende. Es wurde schon bemerkt (S. 673), dafs sich häufig zerfressene Stellen auf Hornblendekrystallen zeigen, welche mit einer braunen thonigen Substanz erfüllt sind. Eine solche Substanz findet sich aber auch manchmal im Innern der Krystalle, wo sie Nester und Adern bildet, während sie aufsen noch ganz unversehrt sind.

Die dunkelfarbigen, namentlich die gemeinen Hornblenden so wie die stängligen sind der Zersetzung mehr unterworfen als die lichtfarbigen und körnigen (Breithaupt). Die Hornblenden scheinen im Allgemeinen schwieriger zu verwittern als die Augite, welches, sofern die Verwitterung durch Carbonatbildung erfolgt, damit zusammenhängt, dafs sie weniger Kalk enthalten als diese. Daher brausen auch Hornblendegesteine so selten mit Säuren. Unzählige Syenite und Diorite, verwitterte und nicht verwitterte, prüfte ich auf einer Excursion über den *Felsberg* im *Odenwalde* mit Säuren, aber auch nicht einer brauste. Ebenso verhielten sich Felsblöcke eines feinkörnigen Gesteins auf dem *Mellibokus* und viele Lesesteine eines ähnlichen Gesteins am Abhange dieses Berges. Blos in einem Steinbruche im *Weidenthale*, wo ich ein solches Gestein gangförmig in einem grobkörnigen Diorit fand, zeigte sich auf den Absonderungsflächen ein dünner Ueberzug von kohlensaurem Kalk. Im Innern brauste dieses Gestein aber nicht. Es fragt sich übrigens noch, ob jener Ueberzug von verwittertem Gesteine herrührt; denn der Löfs zieht sich viel höher am Berge hinauf; daher könnten wohl die Gewässer aus diesem den kohlensauren Kalk herabführt und zwischen den Absonderungsflächen abgesetzt haben. Im Trachyt des *Stenzelberges* im *Siebengebirge*, der manchmal sehr reich an gröfsern Partieen von Hornblendekrystallen ist, habe ich gleichfalls kein Brausen mit Säuren wahrgenommen.

G. Rose fand dagegen, nach brieflicher Mittheilung, dafs die Granite und Syenite, bei *Meifsen* und *Dresden*, mit Säuren brausen, was auch schon Cotta erwähnt. Die Granite enthalten in der Regel Hornblende; legt man die Stücke in Säuren: so sieht man, dafs das Brausen nur von den Rändern der Hornblendekrystalle ausgeht.

Die Verwitterung der dunkelfarbigen, mithin eisenreichen Hornblenden beginnt mit höherer Oxydation des Eisens; daher findet man so häufig an den Aufsen- und auf den Bruchflächen zerfressene Stellen und Löcher mit Eisenoxydhydrat ausgekleidet.

Die gänzliche Verwitterung endet mit dem Zerfallen in ocherbraune Erde. In einer früheren Periode der Zersetzung scheint sich auch manchmal ein Theil des Eisens als Magneteisen auszuscheiden. v. Bonsdorff[1]) bemerkt nämlich von einer rabenschwarzen spiegelglänzenden Hornblende, dafs deren gröberes Pulver vom Magnete angezogen wurde.

Die nachstehenden Analysen verbreiten einiges Licht über die Zersetzungen der Hornblende.

	I.	I a.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . .	40,27	43,27	44,03	45,37	40,32
Thonerde . . .	16,36	15,46	14,31	14,81	17,49
Eisenoxyd . .	15,34	17,00	25,55 oxydul	8,74 oxyd	18,26
Manganoxydul .	—	—	—	1,50	2,14
Kalkerde . . .	13,80	9,93	10,08	14,91	5,37
Magnesia . . .	13,38	11,06	2,33	14,33	9,23
Wasser . . .	0,46	1,85	3,44	—	8,00
	99,61	98,57	99,74	99,66	100,81
Sauerstoffquot. .	1,024	0,871 [2])	1,002	0,808	0,925

I. Krystallisirte Hornblende vom *Wolfsberge* bei *Cernosin* in *Böhmen*, nach Göschen[3]).

I a. Umgewandelte Hornblendekrystalle von demselben Fundorte, nach C. v. Hauer[4]).

II. Zersetzte Hornblende von demselben Fundorte, nach Maddrell[5]). Die Aufsenseite ist theils matt und grau, theils glänzend und rothbraun; das Innere zeigt keine Spur von Spaltungsflächen, sondern einen Wechsel von hellgelben und braunen Partieen.

1) Schweigger's Journ. Bd. XXXV. S. 144.

2) Bei Berechnung der Sauerstoffquotienten wurde die Thonerde zu den Basen gezählt, da es sich hier nur um eine Vergleichung zwischen den Sauerstoffquotienten der unzersetzten und der zersetzten Hornblenden handelte.

3) Rammelsberg. Suppl. II. S. 61.

4) Jahresber. 1855. S. 981.

5) Poggendorff's Ann. Bd. LXII. S. 142.

III. Hornblende, unzersetzte, von *Haavi* auf *Fillefjeld*, nach Suckow[1]).

IV. Zersetzte Hornblende von demselben Fundorte, nach Suckow.

Die Zersetzungen von II und IV haben das miteinander gemein, daſs eine bedeutende Zunahme des Eisens stattgefunden hat; eisenhaltige Wasser waren es daher vorzugsweise, welche die Zersetzungen bewirkt haben. Bei der Zersetzung von II zeigt sich das ganz anomale Verhältniſs, daſs die Magnesia in viel gröſserer Menge als die Kalkerde fortgeführt wurde, während aus IV, der gewöhnlichen Zersetzung entsprechend, der umgekehrte Fall stattfand. Da Eisenoxydhydrat Kalksilicate zersetzt (Kap. I. No. 50): so läſst sich die theilweise Verdrängung der Kalkerde in IV durch Eisenoxyd leicht erklären. In II findet sich aber nur eine geringe Abnahme der Kalkerde, dagegen eine bedeutende Zunahme des Eisenoxyd; man möchte daher vermuthen, daſs aus I vorzugsweise die Magnesia durch Eisenoxyd verdrängt worden sei. Damit stimmt jedoch nicht überein, daſs Eisenoxydhydrat nur eine sehr geringe Menge Magnesiasilicat zu zersetzen vermag (Kap. I. No. 51). In I a. ist die Zersetzung noch bei Weitem nicht in dem Maſse fortgeschritten, wie in II.

Da der Sauerstoffquotient in II nur sehr wenig kleiner als in I ist: so hat sich die Menge der Basen nur sehr wenig vermindert, das was von denselben fortgeführt wurde, entsprach daher sehr nahe dem was zugeführt wurde. In IV ist aber der Sauerstoffquotient bedeutend gröſser als in III; daher wurden entweder mehr Basen zugeführt als fortgeführt, oder es wurde Kieselsäure fortgeführt.

	V.	VI.
Kieselsäure . .	48,91	51,21
Manganoxydul .	46,74	42,65
Eisenoxydul .	—	4,34
Kalkerde . .	2,00	2,93
Magnesia . .	2,35	Spur
	100,00	101,13
	0,471	0,427

	VII.
Kohlensaures Manganoxydul	50,52
„ Eisenoxydul .	8,60
„ Kalkerde . .	37,17
„ Magnesia . .	2,44
Wasser und Verlust . . .	1,27
	100,00

[1]) Die Verwitterung im Mineralreiche. S. 143.

V. Rosenrothes Mineral von *Cummington* (*Massachusets*), von Hermann Manganamphibol genannt[1]).

VI und VII wahrscheinlich dasselbe Mineral im zersetzten Zustande, Schlieper fand nämlich in demselben 9,85 % kohlensaure Salze von der Zusammensetzung VII, und der Rückstand nach Behandlung mit Säuren hatte die Zusammensetzung VI.

Die bedeutende Abnahme des Sauerstoffquotienten in VI gegen V entspricht einer Abnahme der Basen. Was aber an diesen fehlt, finden wir wieder in den Carbonaten. Das Mineral erlitt also blos eine theilweise Zersetzung durch kohlensaure Gewässer.

Wir haben gesehen, dafs die Hornblende fast ganz denselben Umwandlungs- und Zersetzungsprocessen wie der Augit unterliegt. Tritt die Kalkerde ganz und das Eisenoxydul mehr oder weniger aus der Mischung der Hornblende: so entsteht Chlorit. Scheidet sich gleichzeitig die Thonerde aus: so entsteht Serpentin, der indefs manchmal noch geringe Quantitäten Kalkerde zurückhält. Treten aufser der Magnesia alle Basen aus der Mischung: so entsteht Speckstein oder Talk, die indefs meist noch geringe Mengen Eisenoxyd und Thonerde zurückhalten.

1) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVII. S. 7.

Kapitel XXXVI.

Olivin.

Der Olivin gehört zu den strengflüssigsten Mineralien. Nach Klaproth's Versuchen[1]) sinterten im Porcellanofen drei Olivine in Thontiegeln nur etwas zusammen; der Olivin von *Unkel* schmolz zu einer grünlichen, glänzenden, strahligkrystallinischen und etwas porösen Masse. Lava vom *Vesuv* schmolz dagegen in demselben Feuer. Sehr eisenhaltige und zugleich kalkhaltige Olivine schmelzen aber im Ofenfeuer.

Der Olivin wird von Schwefelsäure und Salzsäure vollkommen zersetzt und bildet damit eine Gallerte.

Er ist von allen Gemengtheilen der eigentlichen Basalte der am meisten charakteristische[2]). Viele Dolerite enthalten ihn dagegen sparsamer und selten ausgezeichnet. Den grobkörnigen krystallinischen Doleriten scheint er ganz fremd; so wie aber das Gemeng feiner wird, zeigt er sich zuerst in einzelnen Körnchen, aber häufiger, je mehr das Gestein dem wahren Basalte sich nähert. Gewisse Dolerite, so u. a. manche *Isländische*, ferner die gewaltigen Blöcke auf *Ile-de-France* führen öfter Olivin, andere besonders den eisenreichen Hyalosiderit. Der Wacke fehlt der Olivin in der Regel; er verschwindet selbst da, wo sie unmittelbar an Basalt grenzt, wahrscheinlich defshalb, weil er in ihr gänzlich verwittert ist. Indefs gedenkt Freiesleben deutlicher Olivinkörner auf einem Wackengange[3]). Die gröfsten Olivinmassen sind den basaltischen Conglomeraten besonders eigen; allein v. Leonhard sah in den dichten Basalten von *Kentières*

[1]) Beiträge u. s. w. Bd. I. S. 22.

[2]) Den basaltischen Felsarten der *Faröer* fehlt der körnige Olivin nach Forchhammer gänzlich.

[3]) Magazin für die Oryktographie von *Sachsen*. Heft I. S. 7.

in *Auvergne* Zusammenballungen aus Olivinkugeln von Kopfgrösse. Im *Unkler* Basalt finden sich Olivinmassen von 6 Zoll Durchmesser u. s. w. [1]). Die Lavaströme auf *Lancerote* und in der *Eifel* sind besonders reich an Olivin. Südwestlich von *Dockweiler*, im Walde, findet sich eine Basaltlava in sehr grofsen Blöcken, worin Olivin und besonders grofse Augitkrystalle so zahlreich sind, dafs die Grundmasse manchmal nur den geringeren Gemengtheil ausmacht. Ausgezeichnet ist das Vorkommen der Olivinkugeln auf dem südöstlichen Kraterrande des *Dreiser Weiher*, wo sie sowohl frei als in vulkanischem Sande in sehr grofser Menge liegen.

Diese Olivinkugeln sind von einer mehr oder weniger dichten Lavarinde umgeben, welche nicht selten Thonschiefer oder Grauwackenbruchstücke einschliefst. Ich habe wohl an hundert solcher Kugeln durchgeschlagen; aber nie im Innern der Olivinmasse solche Bruchstücke gefunden.

Es kann nicht im mindesten bezweifelt werden, dafs diese Olivinkugeln Auswürflinge aus einem erloschenen Krater sind. Sie können indefs im geschmolzenen Zustande nicht ausgeworfen worden sein; denn es ist nicht denkbar, dafs sie, wenn sie noch flüssig oder auch nur weich gewesen wären, in der kurzen Zeit ihres Durchfliegens durch die Atmosphäre zu einer körnigkrystallinischen Masse hätten erstarren können. Wären sie aber beim Niederfallen noch weich gewesen: so hätten sie, wie die vulkanischen Bomben am *Vesuv* [2]), platt gedrückt werden müssen; in diesen Formen finden sie sich jedoch nicht. Es gibt Kugeln von kaum 2 Zoll bis 12 Zoll Durchmesser. Jene hätten vielleicht während ihres Durchfliegens, wenn sie einen langen Bogen beschrieben haben sollten, erstar-

[1]) Die Basaltgebilde. Abth. I. S. 199 ff.

[2]) Nach Breislack's Zeugnifs sind diese Auswürflinge beim Niederfallen noch so weich, dafs sie sich platt drücken, und L. v. Buch fand, dafs sie, vorsichtig angefafst, noch geknetet und gebogen werden können. Solche Auswürflinge runden sich aber am untern Ende ab, und nehmen am obern langgezogen die Gestalt von birnförmigen Tropfen an. Solche Gestalten zeigen jedoch die Olivinkugeln nie; sie nähern sich immer mehr oder weniger der Kugelform.

ren können; diese aber würden ohne Zweifel noch im weichen Zustande niedergefallen sein, sofern sie als geschmolzene Massen ausgeschleudert worden wären [1]). Es müfste sich dann ein Unterschied im körnigkrystallinischen Zustande zwischen den kleinen und grofsen Kugeln zeigen: jene würden keine Spur von krystallinischer Bildung, diese vielleicht einen Anfang von solcher zeigen. Ein solcher Unterschied findet aber nicht statt: die kleinen wie die grofsen erscheinen gleich körnigkrystallinisch. Der bedeutende Unterschied zwischen der Schmelzbarkeit des Olivin und der Lava macht es begreiflich, dafs diese Olivinkugeln in der letzteren im festen Zustande vorhanden gewesen waren [2]).

In diesem Falle konnten auch im Innern dieser Kugeln keine Thonschieferbrocken eingeknetet werden; wohl aber ist ihr Vorkommen in der Lavarinde zu begreifen. Dafs die Laven der *Eifel*, als sie noch in den Kratern waren, wirklich solche Brocken enthielten, zeigen die schlackigen Massen an den Kratern des *Mosenberg*, der *Falkenley* u. s. w., welche ganz voll davon sind. Die Thonschieferbruchstücke in der Lavarinde der Olivinkugeln mögen sich daher, als die Lava noch im Krater war, oder auch nach ihrem Niederfallen, wenn die Rinde noch etwas weich war, angeklebt haben. Wenn in ersterem Falle die Lava nicht heifs genug war, jene Bruchstücke zu schmelzen: so konnte sie noch weniger den strengflüssigeren Olivin zum Schmelzen bringen.

[1]) Um die Gesetze der Erkaltung grofser geschmolzener Massen zu ermitteln, habe ich (Die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers 1837 S. 502) zwei Fufs dicke Basaltkugeln giefsen lassen. Bei Vergleichung der gefundenen Erkaltungszeiten mit den viel kleineren sogenannten vulkanischen Bomben, wie sie sich am *Laacher See* finden, fällt es, bemerkte ich, sogleich in die Augen, dafs diese unmöglich zur Zeit ihres Auswurfs noch geschmolzen oder auch nur erweicht gewesen sein konnten. Aufserhalb des Vulkans, der Erkaltung von der Schmelzhitze an ausgesetzt, hätten in ihnen eben so wenig krystallinische Bildungen entstehen können, wie in jener Basaltkugel.

[2]) Auch die vom *Vesuv* im Jahr 1839 ausgeschleuderten losen Olivinkrystalle waren schwerlich Ausscheidungsproducte aus der Lava.

Was von den Olivinkugeln gilt, dürfte auch von den grofsen Olivinmassen in den benachbarten Lavablöcken bei *Dockweiler* und von den von Leop. von Buch in Obsidianströmen bei *Icod de los vinos* auf *Teneriffa* gefundenen Olivinkörnern gelten. Die Olivinmassen des Lavastroms von *Tinguaton* stehen höchst auffallend wie Knöpfe über der Oberfläche der Lava hervor. Nach v. Buch's [1]) Ansicht waren sie als nicht geschmolzene Massen durch die Viscosität der ihnen anhängenden Lava zurückgehalten worden, als das Umgebende tieferen Orten zuflofs. Im Lavastrom gegen *Sobaco* [2]) verliert sich der Olivin um so mehr, je mehr man sich seinem Ende nähert, und zuletzt verschwindet er ganz.

Alle diese Erscheinungen sprechen für die Präexistenz des Olivin in der Lava. Wie könnte man auch begreifen, dafs sich nur am Anfange, nicht aber am Ende eines Lavastroms grofse Massen Olivin ausgeschieden hätten? — Wollte man annehmen, die Lava habe sich während ihres Strömens so weit abgekühlt, und sei so dickflüssig geworden, dafs nur noch kleine Massen gebildet wurden: so setzt dies eine ziemlich schnelle Erkaltung voraus. Dann würde es aber schwierig sein, sich die Bildung kopfgrofser Massen zu denken, wozu doch jedenfalls viele Zeit erforderlich gewesen wäre [3]).

Berzelius [4]) fand Olivin im Syenit bei *Elfdalen*; auch soll er im Granit oder Syenit zwischen dem *Nil* und dem *rothen Meer* und auf der Insel *Topazos* vorkommen [5]). A. Erdmann (unten No. XII) beschreibt Olivin, welcher ein Lager im Gneifs bildet. Hermann (unten No. XI) führt dessen Vorkommen im Talkschiefer des *Ural* an. Richtig bemerkt er, dafs seine Gegenwart in einem metamorphischen Gesteine besonders merkwürdig ist, da der Olivin bisher nur in ausschliefslich vulkanischen und meteorischen Gesteinen gefunden worden ist.

1) Physikal. Beschreibung der *canarischen Inseln*. S. 303.

2) Ebend. S. 306.

3) In der I. Aufl. Bd. II. S. 681 ff. ist dieser Gegenstand ausführlicher erörtert worden.

4) Jahresber. Bd. VI. S. 302.

5) Breithaupt Handbuch der Mineral. Bd. III. S. 723.

Ein solches Vorkommen macht es begreiflich, wie Lava, welche Olivinlager in metamorphosirten Gesteinen durchbricht, Olivinmassen zu Tage bringen kann. Da der Talkschiefer, wenn er nicht eine ursprüngliche sedimentäre Bildung ist, nur ein auf nassem Wege metamorphosirtes Gestein sein kann: so ist aus diesem Vorkommen auf dieselbe Bildungsart des Olivin zu schliefsen. Damit soll jedoch nicht die Möglichkeit seiner Bildung auch auf feuerflüssigem Wege gänzlich in Abrede gestellt werden; denn es finden sich auf Hüttenschlacken Olivinformen [1].

Aehnliche Bildungen von liniengrofsen Olivinkrystallen beschreibt v. Dechen [2], welche sich an dem untern Rande des gufseisernen Mantels des Gasfanges auf der Gicht des Hochofens von *Mühlofen* fanden.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, dafs solche Hüttenschlacken nach den Analysen von Klaproth [3] und von Walchner [4] wesentlich nichts anderes als Eisenoxydsilicate sind, wovon die erstere gar keine, die drei übrigen nur 1,3 bis 1,9 % Magnesia enthalten. Etwas nähert sich ihre Zusammensetzung der des Olivin XII (siehe unten). Ihre Sauerstoffquotienten sind: 1,08; 1,055; 0,899; 0,89, wovon die beiden ersten ziemlich mit dem des Olivin übereinstimmen, die beiden letzteren aber bedeutend davon abweichen. Da überdies diese Schlacken wohl schwerlich von ihren Basen schon etwas verloren hatten, und ihre Analysen durchgängig Eisenoxyd angeben, während die unzersetzten Olivine Eisenoxydul enthalten: so ergibt sich aus allen diesen Verhältnissen nur eine sehr geringe Aehnlichkeit mit der Mischung des Olivin. Es bleibt daher nur die mineralogische Aehnlichkeit übrig.

Zusammensetzung. Zur Ermittelung des normalen Sauerstoffquotienten der Olivine eignen sich unter den früheren Analysen die von Stromeyer, weil dazu völlig unverwitterte Exemplare verwendet wurden.

[1] Die Basaltgebilde von Leonhard. Bd. II. S. 494.

[2] Aus den Verhandl. des naturh. Vereins der Rheinl. u. Westph. vom 2. Dec. 1858.

[3] Beiträge. Bd. V. S. 222.

[4] Jahrb. der Chemie und Physik. Bd. XXXIX. S. 77.

	I.	II.	III.
Kieselsäure	40,09	40,45	41,19
Magnesia	50,49	50,67	50,27
Eisenoxydul . . .	8,17	8,07	8,54
Nickeloxyd	0,37	0,33	—
Manganoxyd . . .	0,20	0,18	—
Thonerde	0,19	0,19	—
	99,51	99,89	100,00
Sauerstoffquotient .	1,049	1,042	1,00

I. Olivin aus dem Basalt des *Vogelsberg* bei *Gießen*.

II. Olivin aus dem Basalt von *Kasalthof* in *Böhmen*[1]).

III. Aus diesen Analysen berechnete theoretische Zusammensetzung, sofern blos die wesentlichen Bestandtheile aufgenommen werden.

Wir fügen die Sauerstoffquotienten, welche sich aus den neueren Analysen von Olivinen ergeben, hinzu.

S.-Q.

IV. Olivin aus dem Basalt von *Engelhaus* bei *Carlsbad*, nach Rammelsberg[2]) 1,037

V. Olivin aus dem Basalt von *Ballenreuth* am *Fichtelgebirge*, nach Baumann[3]) 0,818

Die bräunliche Farbe dieses Olivin zeigt eine schon begonnene Zersetzung, wobei ein Theil der Basen fortgeführt wurde und dadurch der Sauerstoffquotient sich verminderte.

VI. Olivinkörner aus der *Thjorsálava* des *Hekla*, nach Genth[4]) 0,911

Die hellgelbgrüne Farbe derselben zeigt gleichfalls eine schon eingetretene Zersetzung an, welche dem verminderten Sauerstoffquotienten entspricht.

VII. Olivin aus der doleritischen Lava von *Fogo* (*Capverdische Inseln*), nach Deville[5]) . 0,946

VIII. Olivin vom Vulkan *Antuco* (*Cordilleren* in *Chili*), nach Domeyko[6]) 0,943

[1]) Stromeyer im Jahrbuch der Chemie und Physik. Bd. XLIV. S. 265 ff.

[2]) Suppl. IV. S. 16.

[3]) Ebend. S. 14.

[4]) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXVI. S. 20.

[5]) Bull. de la soc. géol. de France. Sér. II. T. VIII. p. 423.

[6]) Ann. des mines. Sér. IV. T. XIV. p. 187.

S.-Q.

IX. Gelber Olivin aus einer Olivinkugel im *Dreiser Weiher*, nach Kjerulf unter meiner Leitung (I. Aufl. Bd. II. S. 1495) 0,968

X. Gelblichgrüner krystallisirter Olivin aus der *Fiumara* von *Mascali* am *Aetna*, nach Sartorius von Waltershausen[1]) 0,990

XI a. Olivin aus dem Talkschiefer von *Sysserk* am *Ural*, nach Reck 1,040

XI b. Derselbe nach Hermann[2]) 0,994

XII. Olivin (Eulysit), welcher im Gemenge mit Augit und Granat ein Lager im Gneifs von *Tunaberg* in *Schweden* bildet, nach A. Erdmann[3]) 1,093

Dieser Olivin besteht aus 29,34 % Kieselsäure, 54,71 % Eisenoxydul, 8,39 % Manganoxydul, 3,04 % Magnesia und 3,07 % Kalk[4]), und zeichnet sich daher vor allen anderen Olivinen durch seinen grofsen Gehalt an Eisen und Mangan und durch seinen geringen Gehalt an Magnesia aus.

XIII. Chrysolith, orientalischer, nach Stromeyer[5]) 1,062

XIV. Olivin aus dem Meteoreisen von *Atacama*, nach Schmid[6]) 1,104

XV. Hyalosiderit vom *Kaiserstuhl*, nach Walchner[7]) 1,152

Obgleich sich nur wenige Sauerstoffquotienten der Olivine I bis XIV dem = 1 nähern: so erscheint doch dieser Sauerstoffquotient als der normale für die völlig unzersetzten Olivine und für den Chrysolith. Es ist unzweifelhaft, dafs jeder Olivin, in welchem der Sauerstoffquotient unter 1 fällt, schon mehr oder weniger von seinen Basen verloren hat. Durch die mit der Zersetzung der Olivine verknüpfte Oxydation des Eisenoxydul ver-

1) Ueber die vulkanischen Gesteine. S. 111.

2) Journ. für pract. Chemie. Bd. XLVI. S. 222.

3) K. Vet. Acad. Handl. für 1848. S. 15.

4) Auch in VI findet sich Kalkerde und sogar 5,12 %.

5) A. a. O.

6) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 501.

7) A. a. O. S. 65. Dies ist der einzige Olivin, in welchem Kali = 2,79 % nachgewiesen worden ist.

gröfsert sich der Sauerstoffquotient. Wenn daher diese Sauerstoffaufnahme mehr beträgt, als die Sauerstoffabnahme durch Verlust von Basen: so kann es geschehen, dafs mit der Zersetzung der Sauerstoffquotient steigt. Dies ist besonders bei den eisenreichen Olivinen zu erwarten. In der That steigt in den beiden eisenreichsten Olivinen XII und XV der Sauertoffquotient am meisten über den normalen, und Walchner's Beschreibung des letzteren deutet auch auf eine schon eingetretene Oxydation des Eisenoxydul. Vielleicht dafs auch die kohlensaure Magnesia in dem diesen Olivin begleitenden Bitterspath ein Zersetzungsproduct desselben ist [1]).

Wenn umgekehrt die Sauerstoffabnahme durch Verlust von Basen mehr beträgt, als die Sauerstoffzunahme durch theilweise Oxydation des Eisenoxydul: so vermindert sich der Sauerstoffquotient. Dies ist bei den eisenarmen Olivinen zu erwarten, und damit stimmt überein, dafs diese es sind, in denen die Sauerstoffquotienten unter den normalen sinken. Wir weichen daher gewifs wenig von der Wahrheit ab, wenn wir den Sauerstoffquotienten = 1 für den normalen nehmen.

Der Olivin zeichnet sich vor den meisten Mineralien durch geringe Beimischungen von schweren Metallen aus. So scheint nach Stromeyer Nickel ein constanter Bestandtheil (0,32 bis 0,37 %) zu sein. Walchner glaubt in allen etwas Chrom nachgewiesen zu haben. Berzelius [2]) fand in zwei Olivinen Zinnoxyd und Kupferoxyd (kaum 0,2 %); in No. VI fanden sich neben Nickeloxyd, Spuren von Kobaltoxyd, und in XIV Spuren von Arsenik.

Serpentin in Formen von Olivin. Die von Haidinger [3]) beschriebenen, dem edlen Serpentin angehörigen Krystalle stimmen ganz mit den Formen des Olivin überein, und dürften daher wohl Pseudomorphosen

[1]) Auch Lappe (Poggendorff's Ann. Bd. XLIII. S. 669) fand in einer auf den Ablösungen der Körner etwas verwitterten Olivinmasse aus *Grönland* Bitterspath; aufserdem grünlichen Glimmer und Strahlstein. Sollten Bitterspath und Glimmer Zersetzungs- und Umwandlungsproducte des Olivin sein?

[2]) Ebend. Bd. XXX. S. 134.

[3]) Gilbert's Ann. Bd. LXXV. S. 385.

sein. Am ausgezeichnetesten kommen solche Pseudomorphosen bei *Uhlen* auf *Snarum* in *Norwegen* vor. Quenstedt[1]) zeigte, dafs sie in ihrer Form genau mit der des Olivin übereinstimmen. Manche von ihnen sind in ihrer ganzen Masse von Bitterspath durchzogen. Ein Krystall von mehr als 4 Zoll Länge und 3 Zoll Breite zeigt ganz deutlich, dafs er einst Olivin gewesen sein müsse; denn sein Inneres ist noch mit völlig unzersetzter Olivinmasse angefüllt. Man sieht an ihm deutlich, wie die Umwandlung von aufsen nach innen begann, wie Serpentinschnüre den Olivin durchziehen, die Masse entfärben, porös machen und so allmälig die Verwandlung vollenden. Die braunen Schnüre, welche Gebirgsmasse und Krystalle gleichmäfsig durchziehen, scheinen nach Quenstedt, blos halb zersetzter Olivin zu sein. Die Analyse dieses Krystalls entspricht dieser Beschreibung.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	41,93	40,71	12,12	29,81
Magnesia	53,18	41,48	13,16	40,02
Eisenoxydul . . .	2,02	2,43	0,77	1,25
Manganoxydul . .	0,25	—	—	—
Thonerde	Spur	2,39	—	—
Wasser	4,00	12,61	4,00	—
	101,38	99,62	30,05	71,08
Sauerstoffquotient .	0,969	—	—	1,018

I. Pseudomorpher Krystall, nach Heffter[2]).

II. Serpentin von *Snarum*, nach Scheerer[3]).

III. Nach dem Wassergehalte in I und nach II berechneter Antheil der Serpentinmasse in I.

IV. Rest in I, welcher mit der Zusammensetzung des Olivin übereinstimmt.

Der untersuchte Krystall erscheint daher als ein Gemeng von Serpentin und Olivin; mithin als ein in Umwandlung begriffener Olivin. Dadurch sind alle früheren Bedenken und Einwendungen und auch der Umstand beseitigt, dafs man noch nie Olivinkrystalle von der Gröfse

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXVI. S. 370.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 516.

[3]) Ebend. Bd. LXVIII. S. 328.

gefunden habe, welche die Serpentine von *Snarum* besitzen; denn Blum[1]) beschreibt einen Olivinkrystall von mehr als 3 Z. Länge, 3 Z. Breite und 2¼ Z. Dicke, der, da er zerbrochen ist, beträchtlich gröfser gewesen sein mufs. Auch G. Rose weiset auf unregelmäfsig begrenzte Olivinkrystalle im Talkschiefer am Berge *Itkul* am *Ural* hin, die bisweilen Faustgröfse haben. Zufolge der Analyse des Villarsit von Dufrenoy hält er es für wahrscheinlich, dafs auch dieser nur ein in Umwandlung begriffener Olivin sei.

Zersetzung des Olivin. Die vielen Olivinkugeln, welche ich in den Umgebungen des *Dreiser Weiher* zerschlug, haben folgende Resultate in Beziehung auf die Farben und Zersetzungen dieses Minerals geliefert. Die lichtgrüne Farbe scheint die des am wenigsten veränderten Olivin zu sein. Wo das Grüne dunkler wird, da zeigen sich im reflectirten Sonnenlichte die Regenbogenfarben, besonders ein schönes Roth und Gelb. Manchmal, jedoch äufserst selten, findet sich auf diesen Stellen ein dünnes, goldgelbes Glimmerblättchen. Das Dunkelgrün geht bisweilen in ein schönes Blau über. Diese verschiedenen Färbungen rühren von einer fortschreitenden Oxydation des Eisenoxydul her[2]); denn wo sich feine Haarspalten durch die Olivinkugeln ziehen, welche das Eindringen der Gewässer gestatten, da zeigen sich zu beiden Seiten dieser Spalten in einem oft nur papierdicken Streifen die dunkelgrünen Farben. Ebenso nimmt man diese und die blauen Farben in den äufsern Schalen der Kugeln wahr, während der Kern blafsgrün ist, welches auf die von aufsen nach innen fortschreitende Oxydation deutet. Das letzte Stadium der Oxydation zeigt sich in der ochergelben Färbung des Olivin, die, wie namentlich in den olivinreichen Schlacken, in das Ziegelrothe übergeht, wobei Glanz und Durchsichtigkeit verschwinden. In manchen Olivinkugeln kann man alle diese Farben in oft nahe an einander liegenden Körnern wahrnehmen. Nie habe

[1]) Jahrb. für Mineral. 1851. S. 660.

[2]) Vergl. Hausmann über die Erscheinungen des Anlaufens der Mineralkörper. Jahrb. für Mineral. 1848. S. 331.

ich selbst in sehr zersetzten Olivinkugeln ein Brausen mit Salzsäure bemerkt. Manchmal sind die Olivinkörner mit einer grofsen Menge schwarzer oder dunkelblauer Punkte übersäet. Nur der verwitterte Olivin enthält Wasser, welches ohne Zweifel von dem entstandenen Eisenoxydhydrat herrührt. Diese Farbenveränderungen sind mit dem Anlaufen des Stahls und noch mehr mit dem mit zunehmender Oxydation immer dunkler grün und endlich ochergelb sich färbenden Eisenvitriol zu vergleichen.

Mit fortschreitender Oxydation des Eisenoxydul im Olivin vermindert sich der Zusammenhang. Daher zerfallen die sehr verwitterten Olivinkugeln meist durch einen einzigen Hammerschlag zu Pulver, und daher fallen die auf den äufsern Flächen der Basalte oft in grofsen Partieen vorkommenden Olivine, nach ihrer gänzlichen Zersetzung, heraus, und lassen Höhlungen zurück, wie die zu Ecksäulen und Pfosten dienenden Säulen zeigen.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	52,00	42,61	49,2	53,6
Magnesia	37,75	48,86	16,8	18,0
Eisenoxydul . . .	10,75	8,36	31,5	26,1
Eisenoxyd	—	—	1,4	0,7
Manganoxydul . .	—	0,15	—	—
Kalkerde	0,12	0,22	—	—
Thonerde	—	0,14	—	—
	100,62	100,34	98,9	98,4
Sauerstoffquotient .	0,639	0,939	0,548	0,469

I. Verwitterter Olivin vom *Carlsberg* bei *Cassel* nach Klaproth[1]).

II. Ocherfarbener, undurchsichtiger glanzloser Olivin von der *Wilhelmshöhe* bei *Cassel* nach Walmstedt[2]).

III und IV. Sehr zersetzte Olivine nach Rhodius[3]).

Alle diese Olivine zeigen, dafs die Zersetzung hauptsächlich in einer Fortführung der Magnesia in gröfserer

1) Beiträge. Bd. I. S. 118.

2) Jahrb. der Chemie und Physik. Bd. XLIV. S. 265.

3) Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. LXIII. S. 216. Die relativen Mengen Eisenoxydul und Eisenoxyd sind wohl nicht genau bestimmt; denn so sehr zersetzte Olivine, wie die vorstehenden, enthalten gewifs viel mehr Eisenoxyd als Eisenoxydul.

oder geringerer Menge besteht. Auch der oben S. 692 No. V angeführte Olivin, dessen bräunliche Farbe eine schon begonnene Zersetzung anzeigt, enthält aufser 44,69 % Kieselsäure nur 40,92 % Magnesia und 14,22 % Eisenoxydul. Dagegen zeigt sich eine Zunahme des Eisens, welche in diesem Olivin, so wie in III und IV so bedeutend ist, dafs sie nicht von dem ursprünglichen Eisengehalte herrühren kann. Es hat hier den Anschein, als wäre die Magnesia durch Eisen verdrängt worden; wir haben aber gesehen (Kap. I. No. 51), dafs Eisenoxydhydrat nur eine sehr geringe Menge Magnesiasilicat zersetzen und Eisenoxydsilicat bilden kann. Daher ist eine solche Verdrängung nicht wohl zu denken. Klaproth schlämmte aus dem gepülverten Olivin I Eisenocher, womit er belegt und in seinen Klüften durchzogen war, ab, und analysirte den Rückstand, welcher metallisch glänzende dem Eisenglanze ähnliche Theile enthielt. In diesem Olivin war mithin ein grofser Theil des Eisens nicht mehr in Verbindung mit Kieselsäure. Auch Walmstedt bemerkt, dafs der Olivin II wahrscheinlich ein Gemeng von Eisenoxydhydrat und Kieselsäure sei. Es scheint daher bei der Verwitterung des Olivin nicht blos das Magnesiasilicat, sondern auch das Eisenoxydsilicat zersetzt zu werden. Die Magnesia wird durch die Gewässer fortgeführt, das Eisen bleibt aber als Eisenoxydhydrat und als Eisenoxyd zurück. Zu diesem gesellt sich wahrscheinlich noch Eisenoxydhydrat, welches von eisenhaltigen Gewässern, die die Zersetzung bewirkt haben, abgesetzt wurde. Dafür spricht wenigstens das Vorkommen desselben in Klüften des Olivin I und der Umstand, dafs nach Absonderung des Eisenocher der Eisengehalt in diesem Olivin nur wenig den des normalen übertrifft. Im Olivin II entspricht sogar der Eisengehalt völlig dem der unzersetzten Olivine. Da auch dessen Magnesia und Kieselsäuregehalt dem der letzteren sehr nahe kommt: so hatte in ihm die Zersetzung nur eben begonnen, und dann können auch die Gewässer noch keine merkliche Menge Eisen abgesetzt haben.

Wünschenswerth wäre es, Versuche mit zersetzten Olivinen anzustellen, ob sich vielleicht aus allen Eisenoxydhydrat abscheiden läfst.

Lewinstein[1]) untersuchte veränderten Olivin aus dem (obgleich frisch aussehenden, doch auch bei Behand- mit Säuren durch Aufbrausen u. a. erlittene Umwandlungen zeigenden) Basalt von *Ihringen* am *Kaiserstuhl*. Er beschränkt sich jedoch auf die Analyse des Salzsäureauszuges, welcher 77,42 % betrug.

Es wurde schon bemerkt (S. 580), dafs der Olivin wie der Cordierit zu den wenigen oder vielmehr einzigen an Magnesiasilicaten reichen Mineralien gehört, welche sich durch ihre leichte Verwitterbarkeit auszeichnen. Die Ursache sucht man im Cordierit in seiner schaligen, im Olivin in seiner körnigen Absonderung. Der Chrysolith, bei welchem man diese Absonderung vermifst, zeigt auch keine solche Neigung zum Verwittern (I. Aufl. Bd. II. S. 687)[2]). Allerdings begünstigen solche Absonderungen das leichte Eindringen der Gewässer; berücksichtigt man jedoch, dafs andere, an Magnesiasilicaten reiche Mineralien, wie Glimmer, Chlorit u. s. w. deren aufserordentliche Spaltbarkeit dieses Eindringen gleichfalls gestattet, äufserst schwierig zersetzbar sind: so kann darin allein die Ursache der leichten Zersetzbarkeit des Cordierit und Olivin nicht gesucht werden. Vergebens sucht man sie in der Zusammensetzung dieser Mineralien; denn das Magnesiasilicat im Cordierit ist mit Thonerdesilicat wie im Magnesiaglimmer und im Chlorit, das Magnesiasilicat im Olivin mit Eisenoxydulsilicat wie in eben diesen Mineralien, verbunden, und doch findet der eben bemerkte grofse Unterschied in der Zersetzbarkeit statt.

Viele Beispiele liegen vor, dafs der Aggregatzustand der Körper einen grofsen Einfluss auf ihre gröfsere oder geringere Auflösbarkeit hat. Metalle mit glatten Oberflächen lösen sich schwieriger in Säuren auf als solche mit rauhen. Haben sich durch die begonnene Auflösung rauhe Oberflächen gebildet: so schreitet ihre Auflösung rasch fort. Polirtes Eisen und polirter Stahl widerstehen lange der Oxydation; hat sie aber einmal begonnen: so nimmt sie rasch zu. Es sind ohne Zweifel

[1]) Jahresber. 1860. S. 757.

[2]) Walmstedt a. a. O.

die entstandenen rauhen Oberflächen, welche auch in diesem Falle die zunehmende Oxydation begünstigen, und welche selbst dann nicht verschwinden, wenn man den Rost abnimmt, ohne aber diese Stellen wieder zu poliren. Daher rostet auch der Stahl bald wieder gerade an diesen durch das frühere Rosten rauh gewordenen Stellen. In welch hohem Grade die Oxydation zunimmt, wenn die Berührungsflächen der Körper durch feine Zertheilung vergröfsert werden, das zeigt das durch Wasserstoff reducirte Eisen. Zwischen der Oxydirbarkeit jenes feinsten Eisenpulvers, welches, durch die Luft fallend, augenblicklich verbrennt, und einem Stück polirten Eisens, welches, in trockner Luft aufbewahrt, kaum nach Jahren Spuren von Oxydation zeigt, höchstens seinen Glanz etwas verliert, findet in der That ein eben so grofser Unterschied statt, als zwischen verschiedenen Körpern von höchst ungleicher Oxydirbarkeit. Das durch Schwefelwasserstoff gefällte Schwefelkupfer oxydirt sich bekanntlich schon auf dem Filtrum, wenn es ausgewaschen wird, während die Kupferkiese nur etwas auf der Oberfläche anlaufen.

Diese Analogieen zwischen künstlich dargestellten und im Mineralreiche vorkommenden Substanzen machen es unzweifelhaft, dafs die gröfsere oder geringere Zersetzbarkeit der Mineralien von nahe gleicher Zusammensetzung hauptsächlich von ihren verschiedenen Aggregatzuständen abhängig ist. Glatte Flächen, mangelnde Spaltbarkeit gegen dieselben sind es, welche die Zersetzbarkeit vermindern.

Die Olivine in den Basalten zersetzen sich, wie schon bemerkt, in der Regel früher als diese und verschwinden dann von den Flächen der Basaltsäulen, indem sie Löcher zurücklassen, die meist mit etwas Eisenoxydhydrat ausgekleidet sind. Gutberlet[1]) beobachtete aber auch das Umgekehrte, unter anderen den *Schlaggenberg* auf der *Rhön,* wo schöne Olivinkrystalle die abwitternde Basaltflächen überragen.

[1]) Einschlüsse in vulkanische Gesteine. 1853. S. 28.

Kapitel XXXVII.

Glimmer.

Der Glimmer, das merkwürdigste unter den Umwandlungsproducten ist ein Mineral, in welchem die Verwandtschaft der Bestandtheile zu den Atmosphärilien fast Null geworden ist.

Unter dem Einflusse der Atmosphärilien stehen alle Mineralien auf der Erdoberfläche und bis zu solchen Tiefen, bis zu welchen Gewässer dringen. Mineralien, welche nicht unter diesem Einflusse, oder wenigstens unter solchen Umständen gebildet wurden, dafs die Atmosphärilien nicht einwirken konnten, werden daher Veränderungen erleiden, wenn sie in den Wirkungskreis derselben kommen. Die Bildungen in den Vulkanen gehen entweder ganz unabhängig von den Atmosphärilien oder doch nur unter Umständen vor sich, unter denen diese keinen Einflufs äufsern können. Defshalb werden auch Lava und alle vulkanischen Producte, wenn sie nicht durch Verglasung schwierig angreifbar geworden sind, den Atmosphärilien exponirt, mehr oder weniger schnell zersetzt. Wäre der Glimmer, welcher mit vulkanischen Producten aus Kratern ausgeworfen wird, eine Bildung auf feuerflüssigem Wege: so würde dieses höchst unveränderliche Mineral die einzige Ausnahme von dieser Regel sein; denn der Glimmer, welcher sich auf den vulkanischen Producten der erloschenen Vulkane des *Laacher See* und der *Eifel* findet, zeigt auch nicht eine Spur von Zersetzung, selbst wenn er, wie es bei dem tombackfarbenen der Fall zu sein scheint, eine Farbenveränderung erlitten hat. Weil der Glimmer den Atmosphärilien in so hohem Grade widersteht: so ist zu schliefsen, dafs er gerade unter ihrem Einflusse entstanden, dafs er das Resultat einer fortwährenden Reaction auf eine grofse Zahl von Mineralien, welche das Material zu seiner Bildung liefern, sei.

Die aufserordentliche Theilbarkeit des Glimmer und seine grofse Unveränderlichkeit stehen mit einander gewissermafsen im Widerspruche. Wäre der Feldspath eben so theilbar wie der Glimmer: so würde er, da er im Verhältnisse zum Glimmer so sehr leicht zersetzt wird, gewifs in sehr kurzer Zeit verwittern.

Theilbarkeit der Mineralien zeigt sich allerdings in hohem Grade bei denjenigen, welche sehr reich an Magnesia sind. Selbst da, wo Uebergänge eines Minerals in ein anderes stattfinden, zeigt sich häufig mit Zunahme des Magnesiagehaltes auch eine Zunahme der Theilbarkeit. So sind der Bronzit und Hypersthen spaltbarer und reicher an Magnesia und an Eisenoxydul als der Diallag [1]). Allein auch diejenigen Glimmerarten, welche wenig oder gar keine Magnesia enthalten, zeigen die Spaltbarkeit in einem nicht geringeren, vielleicht sogar in einem höheren Grade, als die Magnesiaglimmer. Eine bestimmte Beziehung zwischen Theilbarkeit und irgend einem vorwaltenden Bestandtheile des Glimmer scheint nicht statt zu finden.

Die grofse Unveränderlichkeit des Glimmer kann in seiner Mischung nur in so weit gesucht werden, als er Kalkerde nicht als wesentlichen, sondern nur in sehr geringen Mengen als zufälligen Bestandtheil enthält. Die wegen ihres bedeutenden Kalkgehaltes so leicht zersetzbaren Mineralien, z. B. Wernerit, werden wenn sie diesen Kalkgehalt verlieren und sich in Glimmer umwandeln, höchst unveränderlich. Allein auch im Orthoklas fehlt die Kalkerde, und in ihm, wie im Glimmer sind Thonerde- und Alkalisilicate wesentliche Bestandtheile, und doch ist die Zersetzbarkeit beider Mineralien in so hohem Grade verschieden. Das Eisenoxydul [2]), welches im Augit und in ähnlichen eisenhaltigen Mineralien durch seine höhere Oxydation so sehr die Zersetzung derselben befördert, steigt in manchen Glimmerarten bis zu einem sehr bedeutenden Betrage, und doch sind diese nicht weniger unveränderlich, als die eisenfreien. Wenn selbst das Eisen-

[1]) Köhler in Poggendorff's Ann. Bd. XIII. S. 117.

[2]) Nach Alex. Mitscherlich's Untersuchungen soll der Glimmer Eisenoxydul, kein Oxyd enthalten (Jahresber. 1860. S. 642).

oxydul im Glimmer durch Oxydation auf nassem Wege in Eisenoxyd übergeht: so verändert er nur seine Farbe, nicht aber seine übrigen Eigenschaften. Wäre Magnesia stets ein bedeutender Bestandtheil der Glimmerarten: so könnte man die grofse Unveränderlichkeit dem Magnesiasilicat zuschreiben, da dieses in dem gleichfalls sehr unveränderlichen Chlorit, Serpentin und Speckstein enthalten ist. Allein im Kaliglimmer sinkt die Magnesia bis auf einen so geringen Betrag herab, dafs man ihr keinen Antheil an der grofsen Unveränderlichkeit des Glimmer zuschreiben kann.

Weder die aufserordentliche Theilbarkeit noch die grofse Unveränderlichkeit des Glimmer kann daher wesentlich in der chemischen Mischung desselben gegründet sein; sondern sie ist in der Zusammensetzung seiner Silicate oder in besonderen isomerischen Modificationen derselben zu suchen.

Zusammensetzung. Die verschiedenartigsten Verbindungen können als Glimmer auftreten. Die nachstehenden Maxima und Minima der in die Glimmer eingehenden Hauptbestandtheile zeigen die grofse Mannichfaltigkeit in ihrer Zusammensetzung, welche im Contraste steht mit ihrer Uebereinstimmung in ihren physikalischen Eigenschaften [1]).

[1]) Es sind annehmbare Gedanken Knop's (Der Chloritschiefer von Harthau S. 17), dafs der Glimmer mit einer gewissen Energie die verwandtschaftlichen Beziehungen der Bestandtheile derjenigen Mineralien, aus denen er hervorgehen kann, ebenso bezwingt, wie es alle Verbindungen thun, welchen eine grofse Unlöslichkeit oder schwierige Zersetzbarkeit eigen ist. Gilt in der Chemie im Allgemeinen der Grundsatz, dafs schwer zersetzbare Verbindungen sich leicht bilden: so mufs dies auch für den Glimmer gelten. Dessen grofse Bildungsfähigkeit aus den verschiedensten Mineralsubstanzen sehen wir dann in denselben Ursachen begründet, welche seine aufserordentlich schwierige Zersetzbarkeit bedingen.

J. Grailich (Jahresber. 1854 S. 834) macht die gewifs richtige Bemerkung, dafs Gemenge von verschiedenen krystallisirten und wohl auch chemisch zusammengesetzten Glimmern vorkommen, und dafs die schwankende chemische Zusammensetzung der Glimmer richtiger hierdurch zu erklären sei als durch die Annahme einer den Begriff der Mineralspecies gänzlich umstofsenden Heteromerie.

Der Werth der zahlreichen Glimmeranalysen sinkt dadurch sehr

	Minimum.	Maximum.
Kieselsäure . .	36 %	71 %
Thonerde . . .	6 „	38 „
Eisenoxydul . . } Eisenoxyd . . . }	0 „	36 „
Magnesia . . .	0 „	29 „
Kali	2 „	14 „
Lithion	0 „	5,7 „
Fluor	0 „	10,4 „

Mit Rammelsberg [1]) theilen wir die Glimmerarten nach ihren vorwaltenden Bestandtheilen in: 1) Kaliglimmer, 2) Magnesiaglimmer, in denen die Magnesia einen wesentlichen Bestandtheil ausmacht, 3) Lithionglimmer, welche sich durch einen nicht unbeträchtlichen Lithiongehalt und durch leichte Schmelzbarkeit auszeichnen [2]).

Natron, welches in den älteren Glimmeranalysen nicht als Bestandtheil aufgeführt ist, haben neuere jedoch gegen Kali stets in untergeordneten Verhältnissen nachgewiesen. In den von mir untersuchten Glimmerarten und Glimmerschiefern habe ich durchweg Natron und in einem der letzteren sogar in gröſserem Verhältnisse als Kali gefunden. Bei einer Revision sämmtlicher älteren Analysen dürfte sich Natron in allen Glimmerarten ebenso finden, wie es bei einer solchen Revision in allen Kalifeldspathen nachgewiesen wird.

Die meisten Glimmerarten enthalten Wasser bis zu 4 %; nur wenige sind ganz wasserfrei. An eine bestimmte Glimmerart scheint sich Gegenwart oder Abwesenheit des Wassers nicht zu knüpfen; denn dieselbe Glimmerart erscheint bald wasserfrei bald wasserhaltig. Ein Glimmer auf einem Auswürfling des *Vesuv* verlor durch Glühen

herab und rechtfertigt die geringe Zahl der in dieses Kapitel aufgenommenen Analysen.

[1]) Handwörterbuch. Abth. I. S. 260.

[2]) J. D. Dana hat in Gemeinschaft mit B. Silliman d. j. die Winkel der optischen Axen einer Reihe von Glimmerarten gemessen, und ersterer hat dieselben hiernach, sowie nach den Sauerstoffverhältnissen in 11 Abtheilungen gebracht (Jahresber. 1850. S. 726).

nach Bromeis[1]) 0,75 %. Ein in Augit eingewachsener Glimmer von einem solchen Auswürfling enthielt aber nach Chodnew[2]) weder Wasser, noch eine Spur von Fluor. Ein grünlicher Glimmer aus einem Auswürfling im Tuffe am Fufse des *Vesuv* verlor durch Glühen 0,165 %.

Wollen die Plutonisten den Wassergehalt des Glimmer einer pyrogenen Bildung unter hohem Drucke zuschreiben: so müfste auch die Erstarrung unter solchem Drucke stattgefunden haben. Auf diese Weise können sie aber den Wassergehalt des Glimmer auf Schlacken, welche an der Erdoberfläche, also unter dem gewöhnlichen Luftdrucke erstarrt sind, nicht erklären.

Im silberweifsen Glimmer hat schon Knox[3]) 1,33 % bituminöses Wasser und Spuren von Ammoniak nachgewiesen. Aus dem Lithionglimmer von *Altenberg* im *Erzgebirge* extrahirte Stein[4]) durch Alkohol eine organische Substanz[5]). Glimmer aus einem basaltischen Gesteine im *Laacher See*, in einer Glasretorte bis zum Rothglühen erhitzt, gab 3,65 % Wasser von brenzlichem Geruche und alkalischer Reaction. In stärkerer Hitze verlor er noch 1,25 %. Silberweifser Glimmer aus dem Gneifse bei *Aschaffenburg* gab 0,49 % Wasser von schwach brandigem Geruche und saurer Reaction. Beim stärkeren Erhitzen im Platintiegel verlor er noch 4,21 %. Ohne Zweifel würde man in dem durch Destillation erhaltenen Wasser der meisten Glimmerarten, von denen Glühverluste angegeben sind, theils Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger Sub-

1) Poggendorff's Ann. Bd. LV. S. 112.

2) Ebend. Bd. LXI. S. 381.

3) Ann. de chim. et de phys. T. XXV. p. 187.

4) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXVIII. S. 295.

5) Diese Substanz erschwert sehr die Darstellung des Lithion für die künstlichen Mineralwasseranstalten, in denen 1600 Pfund Lithion gewöhnlich auf einmal in Arbeit genommen werden.

Solche organische Substanzen in Mineralien werden bei den Analysen selten beachtet, sondern verstecken sich meist in den Glühverlust, der bei dem in Rede stehenden Lithionglimmer 1,53 % betrug. Diese Substanzen würden auch bei diesem Mineral unbeachtet geblieben sein, wenn es nicht zu technischen Zwecken benutzt und defshalb in grofsen Massen verarbeitet würde.

stanzen, theils Spuren von Flufssäure im überdestillirten Wasser finden.

Die Plutonisten können die Existenz organischer Substanzen in einer feuerflüssigen Masse nicht annehmen; sondern sie müssen sich dieselben nach ihrer Bildung durch Gewässer eingeführt denken. Haben aber die Gewässer organische Substanzen im Glimmer abgesetzt: so können sie noch vielmehr unorganische abgesetzt und dadurch seine Bildung aus vorhandenem Material bewirkt haben, da unorganische Substanzen in viel gröfserer Menge als organische in Gewässern gelöst vorkommen.

Blum macht aufmerksam, dafs der pseudomorphe Glimmer in der Regel die Farbe des Minerals hat, aus dem er hervorgegangen ist. So ist der aus Lithionturmalin hervorgegangene Lithionglimmer pfirsichblüthroth, der aus rothem Pinit entstandene roth, der aus grünem Pinit hervorgegangene grün. Die Farben des Glimmer und des Augit in dem S. 643 beschriebenen Fassait stimmen mit einander überein [1]).

Die meisten Glimmerarten verlieren durch Glühen ihren Glanz und verändern ihre Farbe. Weifse Glimmerblättchen büfsen in der Weingeistflamme an denjenigen Stellen, wo sie zum Glühen kommen, ihre Durchsichtigkeit ein und werden matt silberglänzend [2]). Beim starken Glühen im Platintiegel nehmen diese Blättchen eine goldgelbe Farbe an.

Die Farbenveränderung des Glimmer beim Glühen rührt nach H. Rose vom entweichenden Fluorkieselgas her. Da aber auch diejenigen Glimmerarten, welche kein Fluor oder doch nur Spuren davon enthalten, durch Glü-

[1]) Im Kapitel Chloritschiefer werden wir solche Aehnlichkeiten nicht blos in der Farbe, sondern auch in anderen Eigenschaften zwischen dem ursprünglichen und dem pseudomorphen Mineral kennen lernen.

[2]) Talbot (Lond. and Edinb. Phil. Mag. IV. p. 112) fand, dafs der erhitzte Theil des Glimmerblättchens, durch das Mikroskop betrachtet, aus Myriaden von Sprüngen besteht, welche Kreuze bilden. Die dadurch entstehenden Rauten sind zwischen zwei der einander entgegengesetzten Winkel viel dunkler, als zwischen den beiden anderen. Diese Dunkelheit verschwindet durch Eintauchen in Oel.

hen ihre Farbe verändern: so mufs in diesen die Ursache dieser Veränderung eine andere sein.

Am *Laacher See* finden sich zweierlei Gesteine, welche sehr reich an Glimmer sind. Das eine ist ein verändertel Basalt, das andere ist hellbraun und im Innern röthlichbraun. Beide enthalten viele Augitkrystalle [1]; letzteres Gestein scheint aus ersterem durch Oxydation seines Eisenoxyduloxyd hervorgegangen zu sein. Der Glimmer im ersteren ist graulichschwarz, und in dünnen Blättchen bräunlich durchscheinend; der Glimmer im letzteren ist dagegen tombackfarben. Jener wird durch Glühen tombackfarben, wobei sich sein Glanz erhöht, und gleicht dann vollkommen diesem, der seine Farbe und seinen Glanz durch Glühen nicht verändert. Er gleicht auch dem Glimmer auf den Schlacken und Rapilli vom *Leilekopf* und *Herchenberg*, der seine Farbe beim Glühen auch nicht wesentlich verändert. Der Glimmer auf dem veränderten basaltischen Gestein erleidet also durch Glühen dieselbe Farbenveränderung, welche der Glimmer auf dem anderen Gesteine durch gleichzeitige Oxydation mit demselben auf nassem Wege erlitten zu haben scheint.

Dafs die Farbenveränderung beim Glühen wirklich von einer Oxydation des Eisenoxydul herrührt, geht daraus hervor, dafs jener graulichschwarze Glimmer, wenn er beim Glühen mit Kohlenpulver bedeckt wird, keine Farbenveränderung erleidet, und dafs umgekehrt der durch Glühen ohne Kohlenpulver tombackfarben gewordene graulich schwarze Glimmer wieder seine ursprüngliche Farbe annimmt, wenn er mit Kohlenpulver geglüht wird. Eine solche Reduction kann auch auf nassem Wege gedacht werden, wenn ein tombackfarbener Glimmer der Einwirkung organischer Ueberreste ausgesetzt ist. Schwerlich wird sie aber an freier Luft erfolgen, wo die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs der Reduction entgegen tritt. Der graulichschwarze Glimmer in dem veränderten basaltischen Gesteine, welcher theils der Luft theils dem Wasser ausgesetzt war und noch ist, kann daher niemals tom-

[1] Diese Augite enthalten Glimmer in mannichfaltiger Verwachsung. I. Aufl. Bd. II. S. 1421 ff.

backfarben gewesen sein. Hätte er sich auf pyrogenem Wege gebildet: so hätte dies nur bei gänzlichem Ausschlusse der Luft geschehen können.

Ein tombackfarbener Glimmer, in dessen Mischung entweder schon ursprünglich Eisenoxydsilicat eingegangen ist oder das sich erst im Laufe der Zeit durch Oxydation des Eisenoxydulsilicat gebildet hat, kann daher durch Glühen keine wesentliche Farbenveränderung mehr erleiden.

Der Lithionglimmer erleidet durch Schmelzen dieselbe Veränderung wie der Granat und der Vesuvian (S. 281); er wird dadurch vollkommen zersetzbar durch Säuren. Die daraus gezogenen Schlüsse auf die Entstehungsart jener Mineralien gelten also auch für den Lithionglimmer. In diesem finden wir sogar nahe dieselbe Menge Kieselsäure, wie im Granat und Vesuvian; es ist daher auch dieselbe Wirkung der überschüssigen stärkeren Basen, wie in letzteren, beim Schmelzen zu erwarten (S. 282 und 283). Ob andere Glimmerarten durch vorhergegangenes Glühen ebenfalls leichter zersetzbar durch Säuren werden, ist noch nicht ermittelt.

H. Rose[1]) fand, dafs einaxiger Glimmer obgleich schwer, doch sehr merkbar durch Digestion mit Säuren angegriffen wurde, dafs dagegen die zweiaxigen Glimmer in den stärksten Säuren durchaus unauflöslich sind. v. Kobell[2]) zersetzte drei einaxige Glimmer, welche von Salzsäure nicht sehr bedeutend angegriffen wurden, vollständig durch Schwefelsäure, wobei die Kieselsäure in weifsen und perlmutterartig glänzenden Blättchen zurückblieb. Zwei zweiaxige Glimmer auf dieselbe Weise behandelt, wurden dagegen nicht sehr merklich angegriffen. Der Lithionglimmer wird nach Stein[3]) von Schwefelsäure vollständig, von Salzsäure und Salpetersäure nur zum Theil zerlegt. Kersten[4]) fand, dafs zwei Glimmer aus den Graniten *Marienbad's* gleichfalls von Schwefelsäure vollständig zerlegt wurden; dafs sie einaxig seien, wurde

[1]) Gilbert's Ann. Bd. LXXI. S. 18.

[2]) Kastner's Archiv. Bd. XII. S. 35.

[3]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXVIII. S. 296. Vergl. auch C. Gmelin in Gilbert's Ann. Bd. LXIV. S. 371.

[4]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 664 und 666.

aber nicht nachgewiesen. Verschiedene Magnesiaglimmer von Schlacken vom *Leilekopf*, *Herchenberg* aus dem *Laacher See*, welche Bromeis auf meine Bitte analysirte, wurden durch heifse concentrirte Salzsäure, besonders nach vorhergegangenem Glühen, zersetzt. Ebenso wurde der Glimmer vom *Vesuv* nach Chodnew[1]) und nach Kjerulf von Schwefelsäure fast ganz zersetzt. Letzterer fand die zurückgebliebenen weifsen glänzenden Blättchen, welche 0,807 % vom Glimmer betrugen, aus 0,207 Thonerde und Eisenoxydul, 0,165 Magnesia, 0,165 Kali und 0,330 Natron bestehend. Nach Delesse[2]) werden alle tombackfarbenen Glimmer granitischer Gebilde durch kochende concentrirte Salzsäure vollkommen zersetzt, und die Kieselsäure, welche weifs und perlmutterglänzend ist, behält die Blätterform bei. Die Glimmerschiefer werden von der Schwefelsäure mehr oder weniger aufgeschlossen.

Vorkommen und Bildung. Kaum gibt es wohl ein krystallinisches Gestein, in welchem nicht, wenigstens manchmal, Glimmer angetroffen wird. Als wesentlicher Gemengtheil tritt er im Granit, Gneifs, Glimmerschiefer u. s. w. auf.

I. In den zur Granitgruppe gehörenden Gebirgsarten findet sich, nach G. Rose[3]), der weifse (Kali-) Glimmer in unregelmäfsig begrenzten Blättchen, zuweilen auch in deutlichen rhombischen Tafeln, der schwarze (Magnesia-) Glimmer zwar auch in unregelmäfsig begrenzten Blättchen, aber schon häufiger als jener, in sechsseitigen Tafeln. Nicht selten trifft man die braunen Abänderungen des Glimmer in regelmäfsiger Verwachsung mit dem weifsen und zwar so, dafs die Spaltbarkeit aus dem einen in den andern in unveränderter Richtung fortsetzt, der weifse Glimmer aber an den Rändern den braunen umgibt. Diese Verwachsung ist fast bei jedem Granit zu sehen, in welchem beide Glimmer vorkommen (I. Aufl. Bd. II. S. 1388 ff.). Im Gneifs tritt der Kaliglimmer bisweilen in ziemlich grofsen Individuen auf, die entweder als einzelne, völlig isolirte Lamellen

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXI. S. 382.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1851. S. 430.

[3]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. I. S. 356.

ausgebildet, oder zu etwas langgestreckten Membranen, Flasern, verwebt, oder zu sehr schmalen Streifen oder Bändern ausgedehnt sind [1]). In augitischen Gesteinen und Schlacken findet man den Magnesiaglimmer sehr häufig in sechsseitigen Tafeln. Letzterer scheint daher einer krystallinischen Ausbildung bei weitem mehr fähig zu sein, als der Kaliglimmer. In diesem Falle würde zu begreifen sein, wie da, wo das Material zur Bildung beider Glimmerarten gegeben ist, der Magnesiaglimmer sich in bestimmten, der Kaliglimmer in unbestimmten Formen ausbildet. Kleine dunkelbraune, sechsseitige Glimmertäfelchen, welche sich häufig im weifsen Glimmer finden, erscheinen daher als krystallinische Ausscheidungen aus einer Masse, welche vorzugsweise Material zur Bildung von Kaliglimmer und nur wenig Material zur Bildung von Magnesiaglimmer liefert. Aber auch dieser wurde häufig in seiner krystallinischen Ausbildung gestört.

Eigenthümliche Bildungen in Glimmertafeln, wie ich sie in der I. Aufl. Bd. II. S. 1389 beschrieben habe, setzen eine lange anhaltende Beweglichkeit der kleinsten Theile sehr verschiedener Bestandtheile voraus. Die Plutonisten können sie nur in einer sehr langsamen Erstarrung geschmolzener Massen finden. Was nicht während derselben gebildet werden kann, ist für alle Zeiten bildungslos auf pyrogenem Wege. Ganz anders verhält es sich aber bei den Bildungen auf nassem Wege. Jeder Tropfen Wasser, der in irgend ein Gestein gelangt, löset davon Minutissima auf (Bd. I. S. 216 ff.). Die Beweglichkeit der Bestandtheile des Gesteins dauert also so lange fort, als nur noch Wassertropfen in dasselbe dringen. Aus einer längst gebildeten Tafel Kaliglimmer können Magnesia und Eisenoxydul, wovon stets wenigstens Spuren vorhanden sind, durch Wassertropfen ausgezogen und an anderen Stellen der Tafel zusammengehäuft wieder abgesetzt werden. Durch diese Aufnahme, vielleicht auch durch Austausch, geht der Kaliglimmer in den leichter krystallisirbaren Magnesiaglimmer über. In der That, als ich weifse Glimmerblättchen von verschiedenen Fund-

[1]) Naumann's Lehrbuch der Geognosie. Bd. I. S. 564 ff.

orten mit heifser Salzsäure behandelte, zog dieselbe Spuren von Eisenoxydul und Magnesia oder auch blos letztere aus, wobei die Blättchen ihren Glanz nicht im mindesten verloren. Wie aber Salzsäure in kurzer Zeit, so wirkt auch die wenn auch noch so geringe Menge Kohlensäure in jedem Wassertropfen in langer Zeit.

Das Experiment wird solche Veränderungen in der Mischung der Gesteine nie vollständig verfolgen können; denn wird ein Mineral dem Orte seines Vorkommens entrückt: so hören die durch diesen Ort bedingten metamorphischen Processe auf zu wirken. Dasselbe Mineral kann daher in den verschiedenen Perioden seiner Metamorphose nicht der chemischen Analyse unterworfen werden. In den Pflanzen läfst sich aber die Wandelbarkeit der unorganischen Bestandtheile durch das Experiment verfolgen. Staffel[1]) fand, dafs die Menge derselben in den Organen der Rofskastanie und des Wallnufsbaums in den verschiedenen Vegetationsperioden qualitativ und quantitativ verschieden ist. In beiden Bäumen macht im Frühjahre das Kali den Hauptbestandtheil aus und wird gegen den Herbst hin durch Kalk vertreten. Im Herbste findet sich der Kalk in gröfster Menge im Holze und in der Rinde. Im Frühjahre enthalten die Blätter, im Herbste das Holz und die Rinde die gröfste Menge Phosphorsäure u. s. w.

Ich habe mich bemüht zu zeigen, dafs in Beziehung auf den Absatz unorganischer Stoffe im Pflanzen- und Mineralreiche eine unverkennbare Aehnlichkeit stattfindet (I. Aufl. Bd. II. S. 891 ff.). Die vorstehenden Untersuchungen zeigen, dafs in beiden Reichen Austausche stattfinden, und, was besonders merkwürdig ist, die Verdrängung der Kalkerde durch Kali, der wir in den metamorphischen Processen des Mineralreichs so häufig begegnen, findet sich auch im Pflanzenreiche. In diesem ist sie sogar gegenseitig; denn in den angeführten Pflan-

[1]) Archiv der Pharmacie. Ser. II. Bd. LXIV. S. 26 ff. und S. 129 ff. Mit Staffel's Untersuchungen stimmen auch hinsichtlich der unorganischen Bestandtheile in den verschiedenen Theilen des Rofskastanienbaums E. Wolff's frühere Untersuchungen überein. Journ. für pract. Chemie. Bd. LII. S. 122 ff.

zen wird vom Frühjahre bis zum Herbste das Kali nach und nach durch den Kalk, und vom Herbste bis zum Frühjahre umgekehrt dieser durch jenes verdrängt. Eine solche Umkehrung im Austausche kann im Pflanzenreiche stattfinden, weil in diesem nicht blos die Kohlensäure und die Kieselsäure, wie im Mineralreiche, sondern auch die Pflanzensäuren und ein Agens, welches wir Lebenskraft nennen, das Spiel der Verwandtschaften modificirt. (Vrgl. übrigens Bd. I. S. 110.)

In welchen Verbindungen die Basen in den Pflanzen existiren, wissen wir nicht; aber das zeigen obige Untersuchungen, dafs in einer so dichten Masse, wie Holz, Kali und Kalkerde sich gegenseitig verdrängen können. Wenn es aber hier entschieden Gewässer, die Pflanzensäfte, sind, welche solche Processe verursachen: so kann man nicht zweifeln, dafs auch die in Gesteinen sich bewegenden Gewässer Analoges bewirken werden. In der Porosität übertreffen viele Gesteine die Hölzer.

II. Der Glimmer findet sich verwachsen mit anderen krystallisirten Mineralien.

1) Tafeln gelblichen Glimmers mehrere Zoll grofs mit eingewachsenen rothen Granatkrystallen bis zu 2 Linien Durchmesser, aus *New-Hampshire* in den *Vereinigten Staaten.* Die Höhlungen, welche die Krystalle nach ihrem Herauslösen zurücklassen, bilden scharfe Abdrücke, in denen man sogar die Streifen ihrer gestreiften Flächen noch deutlich erkennt. Die Priorität ihrer Bildung ist unverkennbar, und die später gebildete Glimmermasse mufs in dem Grade plastisch gewesen sein, dafs sie sich den Krystallen vollständig anschmiegen konnte. Die gelbliche Färbung des Glimmer rührt von Eisenoxydhydrat her, welches dünne Ueberzüge auf den Blättchen bildet, und in den Höhlungen, worin die Granaten sitzen, in dunklerer Farbe hervortritt. Kalte und selbst kochende Salzsäure extrahirt das Färbende nicht vollständig. Graue, wolkige Stellen, in denen sich die feinsten Linien büschelförmig oder wie ein Adergeflechte nach allen Richtungen verzweigen, erkennt man unter der Lupe vor und nach der Behandlung mit Salzsäure. — Dafs diese Stellen von der Substanz des weifsen Glimmer verschie-

den sind, ist nicht zu bezweifeln; eine weitere Aufklärung durch chemische Untersuchungen ist aber nicht möglich. Die salzsaure Flüssigkeit enthält Eisenoxyd mit Spuren von Magnesia.

Eine Partie dieser Glimmerblättchen in einen kleinen Platintiegel, einen Granatkrystall in einen andern gebracht, beide neben einander in einen Thontiegel gestellt, wurden einem einstündigen, starken Gebläsefeuer ausgesetzt. Die Glimmerblättchen zeigten auch nicht eine Spur von Schmelzung; sie waren blos silberglänzend und schwach durchscheinend geworden. Der Granatkrystall war aber zu einer schwarzen, hier und da porösen Masse geschmolzen. Hätten sich Glimmer und Granat aus einer feuerflüssigen Masse gebildet: so hätte der bei weitem strengflüssigere Glimmer früher als der minder strengflüssige Granat zur Erstarrung kommen müssen. Wäre der Granat vorhanden gewesen und von der feuerflüssigen Glimmermasse umhüllt worden: so hätte er wieder schmelzen müssen und keinen vollständigen Abdruck hinterlassen können. Die pyrogene Bildung dieses Glimmers ist mithin eine Unmöglichkeit. Durch das Schmelzen des Granat kam ein kleines Glimmerblättchen zum Vorschein, dessen silberweifs gewordene Kante von der schwarzen Granatmasse deutlich abstach. Dieses Blättchen war entweder schon vorhanden als der Granat krystallisirte, oder beide bildeten sich gleichzeitig, oder jenes ist ein Umwandlungsproduct von diesem. Dafs die Bildung der Krystalle auf nassem Wege nicht an eine bestimmte Folge gebunden sein kann, versteht sich von selbst. Ist daher im vorliegenden Falle die Hauptmasse des Glimmer unstreitig nach den Granatkrystallen gebildet worden: so kann jenes Glimmerblättchen möglicher Weise von früherer Entstehung sein.

2) Eine Tafel gelblichen Glimmers, worin viele säulenartige, schwarze Turmalinkrystalle von 1 Lin. Länge und von der feinsten Drahtdicke bis zu 19 Lin. Länge und 1 Lin. Dicke in allen Richtungen liegen, von *Haddam* in *Connecticut*. Die Turmalinnadeln kreuzen sich nicht, wo sie in derselben Ebene liegen; sieht man sie sich kreuzen, so liegen sie zwischen verschiedenen Glimmer-

blättern. Nie stofsen sie aber zusammen oder kreuzen sich unter rechten, sondern stets unter spitzen und stumpfen Winkeln. Eine zweite Tafel von *New-Hampshire*, 7 Zoll lang, 4 Zoll breit und 1/4 Zoll dick enthält, aufser einigen kleinen, zwei 3 1/2 Lin. breite, unter einem spitzen Winkel zusammenstofsende, kurze, schwarze, breit gedrückte Turmalinkrystalle. In beiden Tafeln liegen diese Krystalle in den Ebenen der Glimmerblätter. Dies zeigt sich ganz deutlich da, wo die Krystalle herausgefallen sind; denn die untere Seite der Höhlung wird stets von einem Glimmerblatte ohne Unterbrechung gebildet. Auf der ersten Tafel erscheinen diese Unterlagen meist gestreift, seltener glatt; ebenso sind die noch vorhandenen Turmalinnadeln auf den mit den Glimmerblättern in einer Ebene liegenden Krystallflächen theils glatt, theils gestreift. Auf der zweiten Tafel erscheinen die Unterlagen ganz glatt; die langen Seitenwände dagegen gestreift, und ebenso sind die in der Ebene der Glimmerblätter liegenden Krystallflächen der Turmaline ganz glatt; dagegen an den über die Glimmertafel hervorragenden Seitenflächen gestreift. Dort liegen also die Turmalinnadeln mit ihren gestreiften Seitenflächen theils in den Ebenen der Glimmerblätter, theils werden diese Ebenen von jenen Seitenflächen durchschnitten. Hier haben sie nur die letztere Lage.

In Glimmerblättchen, dünner als Postpapier, sind noch die Abdrücke von Turmalinnadeln zum Theil nur unter der Lupe zu erkennen. Einige dieser Abdrücke kreuzen sich so, dafs die scharfen Linien je zweier solcher Abdrücke an den Durchschnittspunkten durchsetzen. Dies zeigt, dafs diese Abdrücke zwischen verschiedenen Glimmerblättchen sich befinden; die Dicke dieser Höhlungen ist also kleiner als die Papierdicke der dünnen Blättchen, in denen sie vorkommen. Die darin eingeschlossen gewesenen Turmalinkrystalle mögen daher keine gröfsere Dicke als die dünnsten Glimmerblättchen gehabt haben. Die Höhlungen mögen jedoch auch mehrere Glimmerblättchen durchsetzen; aber auch dann sind es immer noch beispiellos dünne Turmalinnadeln.

Wie im Glimmer mit Granaten, zeigen sich auch im Glimmer mit Turmalinen graue wolkige und büschel-

artige Zeichnungen mit den feinsten Linien, welche nicht von Salzsäure angegriffen werden; nur die Ueberzüge von Eisenoxydhydrat werden aufgelöst. Sollten diese Zeichnungen aus Turmalinsubstanz bestehen, welche nach der Bildung des Glimmer von Gewässern abgesetzt worden ist? — Die Priorität der Bildung der Turmalinnadeln ist ebenso unzweifelhaft, als die der Granaten; denn Niemand wird behaupten wollen, dafs der Glimmer bei seiner Bildung Höhlungen genau in der Krystallform der Turmaline zurückgelassen habe, welche später durch Turmalinsubstanz ausgefüllt worden seien.

Auf dieselbe Weise, wie oben, suchte ich die relative Schmelzbarkeit des Glimmer und der Turmaline zu ermitteln; allein die Resultate entscheiden nicht bestimmt hierüber. Die Turmaline veränderten sich zwar sehr durch ein anhaltendes starkes Gebläsefeuer; allein kaum rundeten sich die Kanten und Ecken etwas ab, jedoch lötheten einige der dünnen Nadeln zusammen. Aber auch die Glimmerblättchen waren nicht blos matt silberglänzend geworden, sondern sie hatten auch ihre Elasticität verloren und eine wellenförmige runzliche Oberfläche angenommen. Dieser Glimmer und dieser Turmalin scheinen daher ziemlich gleich strengflüssig zu sein. Der Beweis, dafs sich beide nicht auf pyrogenem Wege gebildet haben können, liegt mithin nicht so klar wie beim Glimmer und Granat vor.

Eine grofse kupferröthliche Glimmertafel von *Haddam* enthält viele kleine dunkelgraue, fast schwarze glanzlose Partieen eingesprengt, welche von einer milchweifsen, spröden Masse theils umgeben, theils bedeckt ist. Mit der Messerspitze abgenommen, zerbricht diese in dünne Blättchen. Einige dieser Blättchen enthalten kleine, leicht theilbare, gelblichgrüne Körnchen mit schwarzen Pünktchen oder Blättchen. Einige Körnchen sind schwach magnetisch. Die Blättchen lösen sich in Salzsäure unter Aufbrausen und viel schneller beim Erhitzen auf, wobei sich einige Flöckchen Kieselsäure ausscheiden, und die Körnchen so wie einige sehr kleine, theils durchsichtige, theils milchweifse Blättchen zurückbleiben. In einigen derselben sind jene schwarze Pünktchen ein-

gesprengt. Ein solches Blättchen stellt ein unregelmäfsiges Sechseck dar; in zwei anderen ist es nicht ganz ausgebildet. Die salzsaure Auflösung enthält Kalkerde und und Magnesia in nahe gleichen Verhältnissen und eine Spur Eisenoxyd, aber keine Alkalien. Hier und da findet sich zwischen den Blätterlagen eine lichtochergelbe Masse in nicht unbedeutender Menge, welche von Salzsäure aufgelöst wird und aus Eisenoxyd, Thonerde, kohlensaurer Kalkerde und Magnesia besteht.

Mit der Bildung von Glimmer haben hier unverkennbar Ausscheidungen von Stoffen stattgefunden, die in denselben nicht eingehen konnten. Jenes Kalkmagnesiacarbonat ist unzweifelhaft ein Zersetzungsproduct der dunkelgrauen Partieen und es ist wahrscheinlich, dafs auch jene sechsseitigen Glimmerblättchen ein solches sind. Dafür spricht noch, dafs der kupferröthliche Glimmer überall weifs ist, wo sich die dunkelgrauen Partieen (vielleicht Augit oder Hornblende) befinden. Beim Abschaben der weifsen Stellen mit einem Messer sieht man, dafs dieselben nicht abgesonderte Bildungen sind, sondern in die Substanz des röthlichen Glimmer übergehen.

Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Eisenoxydhydrat als dünner Ueberzug auf Glimmerblättchen. Diese Ueberzüge auf weifsem oder hellfarbigem Glimmer sind gar nicht selten. Freiesleben[1]) führt Eisenocher an, der sich in den Zwischenräumen der Blättchen eines lagerförmigen Glimmer bei *Schwarzenberg* in *Sachsen* findet. Zwischen den zartesten Blättchen des weifsen Glimmer von *Aschaffenburg* und von anderen Orten fand ich ihn gleichfalls. Wenn man geneigt sein möchte, ihn für einen Absatz aus später eingedrungenen Gewässern zu halten: so spricht doch sein häufiges Vorkommen gerade im weifsen eisenarmen Glimmer mehr dafür, dafs er eine Ausscheidung aus dem Materiale sei, aus welchem der Glimmer entstanden ist. Tschermak[2]) beschreibt geradezu Pseudomorphosen von Stilpnosiderit nach Glimmer. Sie sind im Innern theilweise hohl, indem sich nicht nur den Blättchen parallel, sondern auch senkrecht darauf dünne

[1]) Geognost. Arbeiten. Bd. V. S. 24.

[2]) Sitzungsber. der k. k. Akad. der Wissensch. 1863. S, 446 ff.

Zwischenräume zeigen. Der Stilpnosiderit ragt warzenförmig hervor; er dringt aber auch in das Innere hinein.

Zwischen den Blättchen des Glimmer auf den Rapilli und Schlacken in den Umgebungen des *Laacher See*[1]) und aus den Auswürflingen im Tuffe am Fusse des *Vesuv* fand ich nie Eisenoxydhydrat. Diese Glimmer, welche 8,3 bis 13 % Eisenoxydul enthalten, während der weifse Glimmer nur 4,5 % enthält, haben daher bei ihrer Bildung alles vorhanden gewesene Eisen aufgenommen und es kam nichts zur Ausscheidung.

III. Glimmerblättchen auf veränderten, zersetzten oder zerfressenen Krystallflächen der verschiedenartigsten Mineralien. Von den Glimmerblättchen auf solchen Krystallflächen des Augit und der Hornblende war schon oben S. 647 und 680 die Rede.

Rammelsberg fand Glimmerblättchen gleichfalls nur auf zersetzten Turmalinen (S. 563). Mehrere Flächen der Drillingskrystalle des Chrysoberyll aus dem Glimmerschiefer an der *Takowaja*[2]) im Mineraliencabinet zu *Berlin* zeigten sich theilweise alterirt und an diesen Stellen lagen silberweifse Glimmerblättchen theils in gröfseren Partieen, theils in Pünktchen, theils in zarten Streifen, welche Risse ausfüllten. Die Veränderung des Chrysoberyll scheint darin zu bestehen, dafs er zuerst rissig wird und eine braune Farbe annimmt; hierauf stellt sich der Glimmer ein. Mitten in den Glimmerpartieen finden sich noch unveränderte Chrysoberyllmassen und an manchen Stellen wahre Gemenge aus beiden. Ein Krystall ist auf der einen Hälfte rings umher alterirt und mit Glimmer bedeckt. Dieser Glimmer kann nicht von dem des Glimmerschiefer herrühren; denn hätte er diesen Ursprung: so wäre nicht zu begreifen, warum er sich nicht auf den wohl erhaltenen glänzenden Kry-

[1]) Salzsäure zog in 24 Stunden aus dem tombackbraunen Glimmer auf jenen Schlacken eine nur durch Kaliumeisencyanür erkennbare Spur von Eisenoxyd aus, während sie sich eben so lange auf weifsem Glimmer stehend, merklich gelb färbte und Ammoniak daraus eine nicht unbedeutende Menge Eisenoxydhydrat fällte.

[2]) G. Rose in Poggendorff's Ann. Bd. XLVIII. S. 570 und Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 379.

stallflächen finden sollte. Ueberdies ist dieser Glimmerschiefer braun [1]); mithin dessen Glimmer verschieden von dem silberweifsen auf den alterirten Flächen des Chrysoberyll. Auch auf dem Chrysoberyll von *Haddam* in *Connecticut* fand ich weifsen Glimmer nur auf alterirten Krystallflächen oder auf einzelnen alterirten Stellen derselben. Im Chrysoberyll von *Wiesenberg* in *Mähren* waren Blätter silberweifsen Glimmers zwischen demselben eingeschoben.

Dieses Vorkommen silberweifsen Glimmers auf alterirten Krystallflächen des Chrysoberyll in seinen verschiedenen Fundorten deutet auf gleiche Umwandlungsprocesse, von denen schwer zu sagen ist, in wiefern der in seiner Mischung vom Glimmer so sehr verschiedene Chrysoberyll Antheil daran genommen hat. Eine Analyse dieses Glimmers ist sehr wünschenswerth. Sollte sich vielleicht Beryllerde als theilweiser Vertreter der Thonerde darin finden? — Dafs beryllerdehaltige Mineralien einer Umwandlung in Glimmer wirklich fähig sind, werden wir weiter unten sehen.

Im *Berliner* Mineraliencabinet fand ich auch auf verwitterten Krystallflächen von Korund unregelmäfsig gelagerte Glimmerblättchen, die auch in die Masse eingreifen.

IV. Glimmer mit wasserhaltigen Mineralien. So finden sich zuweilen im Diaspor sechsseitige Glimmertafeln, meist gelb von dem alle Flächen durchziehenden Eisenoxydhydrat, aber farblos und durchsichtig, wenn sie davon gereinigt werden [2]). Brauneisenstein kommt am *Ural* sehr mit Glimmerblättchen gemengt in einer Eisengrube [3]) und in grofsen Nestern an der Grenze des Glimmerschiefer [4]) vor. Unterhalb *Erdbach* auf dem *Westerwald* fand ich gleichfalls ein Brauneisensteinlager ganz mit Glimmerblättchen durchdrungen. In der Porcellanerde im Gneifse bei *Bilin* in *Böhmen* wechseln La-

[1]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. I. S. 484.

[2]) Fiedler in Poggendorff's Ann. Bd. XXV. S. 325. Vergl. auch G. Rose in dessen Reise nach dem *Ural*. Bd. I. S. 254.

[3]) G. Rose Ebend. Bd. I. S. 162.

[4]) Ebend. Bd. II. S. 105.

gen von silberweifsem Glimmer und farblosem Quarz. Meist mikroskopisch kleine, silberweifse Glimmerblättchen fand ich in der Porcellanerde von *Aue* und zwar so im Innern der Masse, dafs man sie nicht für den Glimmer des Granit halten kann. Wo sich die Porcellanerde mit dem Messer abschaben läfst, ohne dafs man auf Quarzkörnchen stöfst, kann sie nur von gröfseren Feldspathkrystallen herrühren. Da man auch darin Glimmerblättchen antrifft: so müfsten diese ursprünglich im Feldspath eingewachsen gewesen sein. Diesem widerspricht aber, dafs sie um so häufiger erscheinen, je mehr der Feldspath zersetzt ist. Wo der Porcellanerde noch Granit anhängt, findet sich darin nur brauner Glimmer. Auch auf den Flächen eines gröfseren Quarzkrystalls findet sich ein dünner Ueberzug von Kaolin mit vielen weifsen Glimmerblättchen, und auf der Kluftfläche eines anderen erscheinen sie im Gemenge mit Eisenocher. Rauhe wie zernagte Flächen eines Feldspath von *Buchwald* in *Schlesien* sah ich mit unzähligen Glimmerblättchen bedeckt. Da sich Feldspath in Glimmer umwandeln kann (S. 412): so ist es unzweifelhaft, dafs die Glimmerblättchen im Kaolin wie dieses ein Umwandlungsproduct des Feldspath sind. Wären diese Blättchen von gleicher Entstehung mit dem Feldspath: so würde sich die auffallende Erscheinung zeigen, dafs ein Zersetzungsprocefs, der Pfunde von Feldspath zerstört, nicht einmal ein mikroskopisches Glimmerblättchen bezwingen kann.

V. Glimmer in eigenthümlichen Gebilden. Breithaupt[1]) beschreibt einen braunen Glimmer in Knollen und Kugeln, der von blafsgrünem zartem Asbest, dessen Fasern nach dem Mittelpunkte laufen, völlig umhüllt ist. Aufserhalb dieses Asbestes und als Fortsetzung seiner Fasern erscheint zum Theil ein stänglich zusammengesetzter weifser Glimmer und das Ganze ist wieder von gröfseren Schuppen desselben braunen Glimmers, der den Kern bildet, umgeben. Dieses Knollengebilde findet sich ziemlich häufig in *Mähren* auf einem sumpfigen Wiesengrunde, gleich unter der Dammerde. Im Mineraliencabinet zu

[1]) Paragenesis. S. 42.

Berlin fand ich 3—4 Zoll lange Glimmersäulen, die sehr unregelmäfsig, dem Achmit ähnlich geformt sind. F. Alger zu *Boston*[1]) beschreibt Quarzkrystalle mit goldfarbigem Glimmer bedeckt, der in die Masse der Krystalle eindringt und darin die Formen von Würmern oder kleinen Blutegeln täuschend nachahmt. Die Formen sind dichte sechsseitige Glimmerprismen, die auf diese eigenthümliche Weise gedreht und verschoben, und oft von geraden Rutilnadeln durchschossen sind.

Wenn man den Asbest, der vorzugsweise auf schmalen Gängen in Serpentin, in einem entschieden durch eine Metamorphose auf nassem Wege entstandenen Gesteine, vorkommt, für ein gleiches Umwandlungsproduct halten mufs: so kann von dem aufserhalb und innerhalb jenes Asbestes befindlichen Glimmer keine andere Entstehungsart angenommen werden (I. Aufl. Bd. II. S. 1401).

VI. Glimmer in Drusenräumen und Erzgängen. In den Drusenräumen des Granit von *Alabaschka* finden sich Glimmer, Lithionglimmer u. s. w.[2]), in denen eines Grünsteinschiefer zu *Harthau* im *Erzgebirge* erscheint Glimmer als dünner Ueberzug auf Krystallen von Kalkspath, Prehnit und Magneteisen[3]) und in Drusenräumen eines Granit in der *Freiberger* Sammlung sah ich Glimmer auf Turmalin. In Höhlungen in derbem Feldspath des Glimmergneifs bei *Arendal* trifft man Glimmerkrystalle aufgewachsen an, und im *Barbothale* sieht man sie, dicht an einander gehäuft, eine dichte Feldspathmasse gangförmig durchsetzen[4]). In der Nähe des Schlosses *Augustusburg* im *Erzgebirge* in einem Gange, dessen Ausfüllungsmasse Hornstein, Amethyst, Flufsspath und Quarz ist, bildet letzterer kleine Drusenräume, in welchen sich, aufser sehr kleinen Quarzkrystallen, kleine silberweifse Glimmerkrystalle finden[5]). In Lagerstätten von Magneteisen und Eisenglanz, von Kupferkies, Eisenkies

[1]) Silliman's americ. Journ. T. X. S. 77.

[2]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. II. S. 554.

[3]) Naumann's Erläuterungen u. s. w. Heft II. S. 274.

[4]) Weibye im Archiv für Mineralogie. Bd. XXII. S. 479.

[5]) Kaden in Naumann's Erläuterungen u. s. w. Heft II. S. 85.

und anderen Erzen [1]), so wie von Glanzkobalt [2]), trifft man Glimmer an.

Bouquet [3]) fand in den Ocherabsätzen der Mineralquellen von *Vichy* 2,06 bis 4,2 % Quarz und Glimmer. Obgleich die Möglichkeit nicht zu bezweifeln ist, dafs diese Substanzen mechanisch von den Quellen mit sich geführt wurden: so kann man doch auch nichts dagegen einwenden, dafs der Glimmer erst aus den Bestandtheilen des Wassers gebildet wurde. Für das letztere spricht wenigstens das nicht seltener reichliche Vorkommen des Glimmer in Eisenoxydhydratlagern, in denen er offenbar eine spätere Bildung ist.

Diese Beispiele, welche jeden Gedanken an eine pyrogene Bildung solchen Glimmers ausschliefsen, würden sich leicht noch mehren lassen.

VII. Glimmer auf vulkanischen Gesteinen. An dem schon (S. 707) erwähnten *Leilekopf* bei *Nieder-Lützingen*, unfern *Brohl* am *Rhein*, ein durch eine Sandgrube aufgeschlossener Schlackenkegel, findet man Glimmer manchmal in zollgrofsen Täfelchen und Blättchen zwischen den Rapilli. Die geneigte Schichtung zeigt, dafs diese Rapilli aus einem dermalen zerstörten Krater ausgeworfen und auf einer schiefen Ebene hinabgerollt sind. Man kann nicht annehmen, dafs dieser Glimmer mit den Rapilli und den zwischenliegenden gewundenen Schlacken ausgeworfen worden sei; denn Glimmertäfelchen, welche aus zarten und feinen Blättchen bestehen und einen so geringen Zusammenhalt haben, dafs sie sich zwischen den Fingern zertheilen und zerbrechen, würden sich auch beim Herabrollen mit ihren groben Begleitern zertheilt haben. Sie scheinen also erst an den Stellen, wo wir sie finden, entstanden zu sein. An einer Stelle der Sandgrube zeigt sich ein oft wiederholter Wechsel zwischen einige Zoll dicken Schichten von Rapillisand und haselnufsgrofsen

[1]) Hausmann Handbuch der Mineral. II. Aufl. Bd. I. S. 680. Auf einigen *Schneeberger* Erzgängen kommt Glimmer vor. Naumann's Geognosie. Bd. I. S. 743.

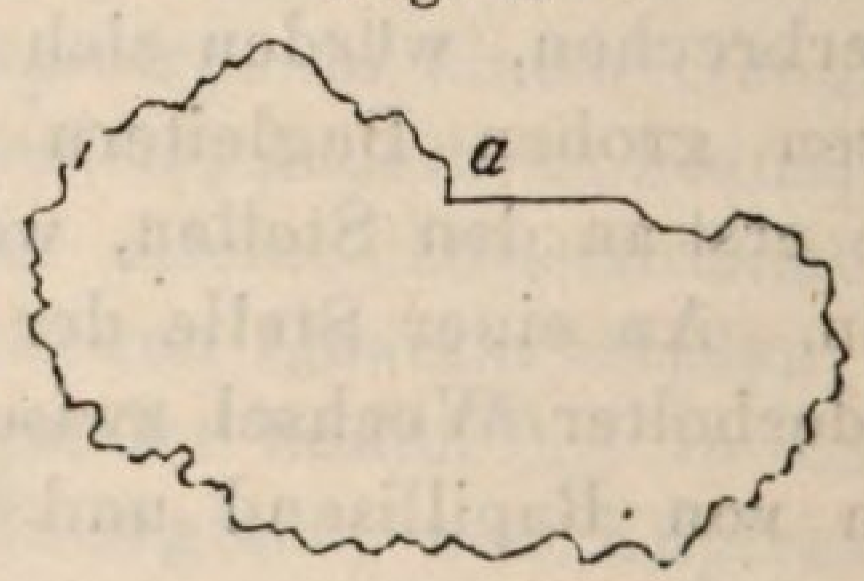
[2]) Scheerer in Breithaupt's Paragenesis. S. 210.

[3]) Jahresber. 1854. S. 766.

Rapilli. Nur zwischen letzteren findet man, und zwar aufserordentlich häufig, Glimmerpartieen, nicht aber im lose adhärirenden Sande. In einem herabgefallenen Blocke aus lose zusammenhängenden Rapilli trifft man viele Glimmertafeln an, zwischen deren Blättchen sich dünne Lagen von kohlensaurem Kalk mit Spuren von kohlensaurer Magnesia befinden. So weit man die Spaltung der Tafeln fortsetzt, stets brausen die Blättchen auf der Oberfläche mit Säuren. Auch die Rapilli selbst, nicht blos in diesem Blocke, sondern an allen Stellen der Sandgrube brausen stark mit Säuren. Sie sind daher da, wo sie jetzt liegen, von Gewässern durchdrungen worden, welche kohlensauren Kalk in ihnen abgesetzt haben. Dieses Carbonat ist theils ein Zersetzungsproduct der Kalksilicate in den Rapilli, theils ein Auslaugeproduct aus dem, sie an einer Stelle bedeckenden Löfs. Diese Kalkabsätze zeigen unverkennbar das Spiel der Gewässer, welche das Rapillilager durchdrungen haben und noch durchdringen. Wo aber den Gewässern ein so leichter Zutritt gestattet ist, da kann auch Glimmer entstehen, dessen Bildung aus basaltischen Massen oder aus Augitlava, wie wir unten sehen werden, sehr leicht zu begreifen ist, und wobei stets Kalk als Carbonat ausgeschieden werden mufs.

Am *Herchenberg* und an den *Kunkskōpfen* bei *Wassenach* findet sich Glimmer nicht zwischen den Rapilli, sondern nur in schlammigen Schlacken, welche in denselben liegen.

Fig. 1.



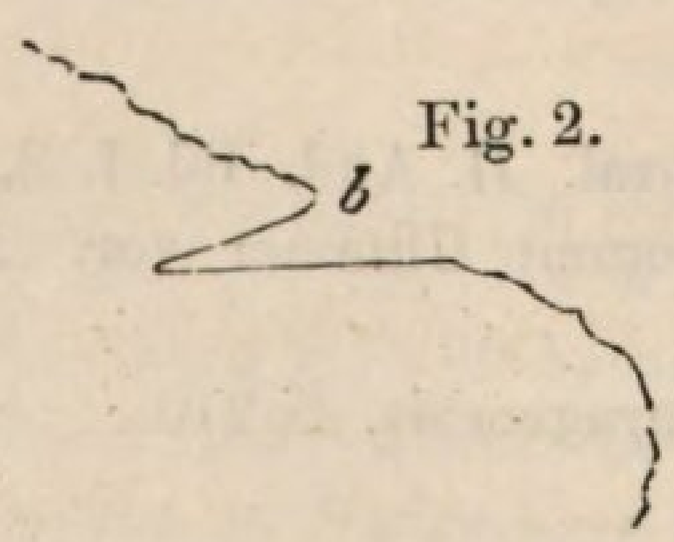


Fig. 2.

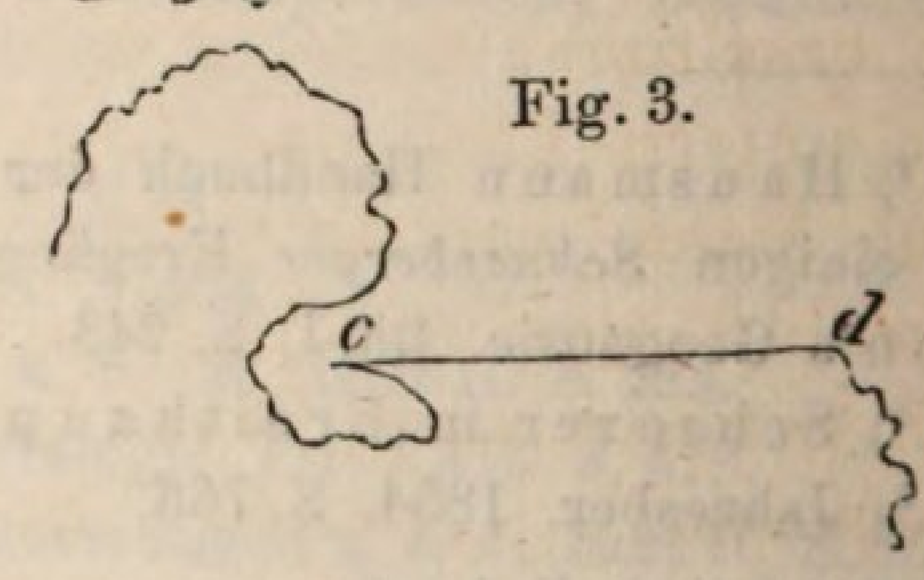


Fig. 3.

An diesen, so wie auch an anderen Orten in den Umgebungen des *Laacher See* und in der *Eifel* vorkommenden Schlacken, so grofs wie Fig. 1, und noch gröfser, vom *Leilekopf*, *Herchenberg* und von anderen Orten in den Umgebungen des *Laacher See*, so wie in der *Eifel*, findet man Glimmertafeln *a*, welche als Eindrücke in die noch weiche Schlackenmasse erscheinen.

In einer andern Schlacke Fig. 2. ist in dem Eck *b*, welches durch die überhängende rauhe und poröse Masse gebildet wird, eine Glimmertafel eingeklemmt, deren Blättchen an den entgegengesetzten Enden fächerförmig aufklaffen und federn. In einer dritten Schlacke Fig. 3. befindet sich bei *c* ein kleiner Drusenraum, in welchem die Schlackenmasse so dünn wie ein Papierblatt überstehend hineinragt und von einer Glimmertafel von der Länge *c d* bedeckt wird. Löst man von solchen Schlacken die Glimmertafeln ab: so erscheint die theils ebene, theils etwas convexe Unterlage als ein glatter Abdruck derselben. Ist die Schlacke sehr porös, so sieht man die Poren auf dieser Unterlage hier und da mehr oder weniger geöffnet. Die letzten Glimmerblättchen, welche man von manchen sehr porösen Schlacken ablöset, sind bisweilen hier und da durchlöchert und in diesen Löchern ragt die Schlackenmasse etwas hervor. Aufser den gröfseren Glimmertafeln erkennt man auch mikroskopisch kleine Glimmerpünktchen oder Blättchen auf den Schlacken.

Um der Bildung dieses Glimmers auf Schlacken wo möglich auf die Spur zu kommen, wurden folgende Versuche angestellt.

1) Ein Stück glimmerreicher Basalt aus dem *Laacher See* wurde in einem Schmelztiegel einer mäfsig starken Glühhitze ausgesetzt. Es zeigte sich keine andere Veränderung, als dafs die Glimmertafeln kupferroth wurden. Hierauf wurde der Tiegel stärker erhitzt, so dafs die basaltische Masse zum vollkommenen Flusse kam und den untern Theil des Tiegels ausfüllte. Die geschmolzene Masse war mit gröfseren und kleineren rundlichen Drusenräumen erfüllt. Die Glimmerpartieen, welche aus dem geschmolzenen Basalt hervorragten, hatten ihren Glanz grofsentheils verloren. Indefs nach dem Ablösen der

obersten Blättchen zeigten die nächstfolgenden bei weitem mehr Glanz. An einigen Stellen konnte man diese Ablösung mit dem Messer fast eben so leicht wie in den nicht geglühten Glimmerpartieen bewirken; an anderen schienen die Blättchen etwas zusammengesintert. Nach dem Durchschlagen der geschmolzenen Masse fand man die Glimmerpartieen im Innern in ihrem vollen Glanze. Sie waren goldgelb und stellenweise bräunlich gefleckt. Durch dieses zweite Glühen war daher die kupferrothe Farbe, welche der Glimmer beim ersten Glühen angenommen hatte, in die gelbe übergegangen. Von den im Innern der geschmolzenen Masse befindlichen Glimmertafeln konnte man fast eben so leicht die dünnsten Blättchen ablösen, wie vom nicht geglühten Glimmer. Die Glimmertafeln waren weder gebogen noch geknickt, sondern zeigten ganz dieselbe Lage und dasselbe Vorkommen wie im ungeschmolzenen Basalt. In zwei Drusenräumen lagen Glimmerblättchen gerade so wie in den Drusenräumen vulkanischer Schlacken. Dieser Versuch zeigt, dafs der Glimmer in dem genannten Basalt viel strengflüssiger als dieser ist, und daher in der ursprünglich geschmolzen gewesenen Masse ungeschmolzen präexistirt haben konnte. Selbst die Farbenveränderung, welche er beim Glühen erlitt, könnte von einer Oxydation des Eisenoxydul, welches im Laufe der Zeit durch eingedrungene organische Substanzen aus Eisenoxyd reducirt worden war, herrühren. Gleichwohl ist es, wie wir unten sehen werden, wahrscheinlicher, dafs dieser Glimmer ein Umwandlungsproduct des Basalt sei.

2) Eine braune, erdige, schwammige Schlacke mit goldgelben Glimmerblättchen wurde nach dem Schmelzen sehr dicht; nur an der Oberfläche zeigte sie sich etwas porös. Gleichwohl waren die Glimmerblättchen nicht mit der Schlackenmasse zusammengeschmolzen, sondern nur etwas zusammengesintert, so dafs sie sich kaum mit dem Messer trennen liefsen.

3) Eine graue, erdige, ziemlich dichte Schlacke mit tombackfarbenen Glimmerblättchen kam zum völligen Schmelzen. Der Glimmer war noch viel weniger als bei der vorigen verändert; nur das erste, am Tiegel an-

liegende Blättchen einer Glimmertafel hatte seinen Glanz verloren; die folgenden bewahrten ihn noch unverändert und liefsen sich leicht mit dem Messer von einander sondern.

Die Aehnlichkeit dieser beiden Schlacken mit denjenigen, welche sich im Schmiedefeuer bilden, ihr schwammiger gänzlich unkrystallinischer Zustand, lassen auf eine sehr schnelle Erstarrung schliefsen. Da nicht anzunehmen ist, dafs die Hitze, welche sie einst zum Schmelzen gebracht hatte, höher als die künstliche war: so könnte der eingeschlossene Glimmer auch damals nicht geschmolzen gewesen sein und sich nicht erst beim Erstarren in seinen Formen ausgeschieden haben. Sollten auch aus einer leichtflüssigen Masse während ihres weichen Zustandes Bestandtheile heraustreten und einen Körper bilden können der viel strengflüssiger als die Grundmasse wäre, wie dies beim Leucit der Fall zu sein scheint (S. 494 ff.), so steht diesem im vorliegenden Falle der Umstand entgegen, dafs dieser Körper, weil er viel strengflüssiger als die Grundmasse ist, im Momente seiner Bildung hätte erstarren müssen. Ein Körper in so bestimmten Formen wie der Glimmer in Blättchen, dünner als das feinste Papier, vielfach auf einander liegend, kann aber während einer momentanen Erstarrung nicht entstehen. Der Glimmer in den vulkanischen Schlacken ist demnach nach ihrer Erstarrung durch einen Umwandlungsprocefs auf nassem Wege entstanden. Nur solcher Glimmer, welcher seine Farbe beim künstlichen Erhitzen nicht verändert, könnte schon im Innern des Vulkans vorhanden gewesen und von der zähflüssigen Masse im festen Zustande hervorgebracht worden sein.

4) In einem Schmelztiegel wurde auf gepülverten Basalt aus dem *Laacher See* eine zollgrofse Tafel weifsen Glimmers horizontal gelegt und mit einer Lage gepülverten Basalt bedeckt; darauf kam eine zweite mit gepülvertem Basalt bedeckte Glimmertafel zu liegen. Nach starkem Erhitzen zeigte sich der Basalt auf dem Boden des Tiegels zu einer dichten sehr wenig porösen Masse geschmolzen. Nach oben nahmen aber die Drusenräume an Zahl und Gröfse zu. Die beiden Glimmertafeln lagen

noch an derselben Stelle. Die untere hatte an einem Ende eine ebene Unterlage im Basalt gebildet; am anderen war aber ein Höhlenraum von mehr als $1/2$ Zoll Durchmesser entstanden, über welchem sich die Tafel hinwegzog. Kleine Glimmerblättchen hatten sich von der Tafel losgerissen und waren im Basalt eingeknetet. Einige fanden sich in kleinen Drusenräumen, welche theils an den Wänden lagen, theils die Räume durchschnitten. Die silberweiſse Farbe war in die goldgelbe übergegangen, und der Glanz groſsentheils verschwunden. Sie zeigten nicht eine Spur von Schmelzung; nur da, wo sie auf dem Basalt auflagen, waren sie angeklebt. Die einzelnen Blättchen lieſsen sich eben so von einander ablösen, wie von einer frischen Glimmertafel; doch waren sie etwas spröder geworden, indem sie beim Ablösen leicht zerbrachen.

5) Dieser Versuch wurde mit einem andern frischen Basaltpulver, in dessen Mitte eine Glimmertafel zu liegen kam, wiederholt. Es zeigten sich ziemlich dieselben Erscheinungen; die Glimmertafel fand sich aber auf dem vollkommen geschmolzenen Basalt und zwar nur mit einer ganz dünnen Lage desselben bedeckt. Das auf dieser Tafel befindlich gewesene Basaltpulver war daher so dünnflüssig geworden, daſs es sich senkte und dadurch der Glimmer beinahe an die Oberfläche kam.

Die Ansicht, daſs der Glimmer auf Schlacken erst nach ihrem Auswurfe aus einem Krater auf pyrogenem Wege gebildet worden sei, muſs, der angeführten Gründe wegen, als gänzlich unhaltbar zurückgewiesen werden. Es bleiben daher nur die Annahmen übrig, daſs er entweder präexistirt habe, oder daſs er im Krater auf feuerflüssigem, oder, nach dem Auswurfe der Schlacken, auſserhalb desselben auf nassem Wege entstanden sei.

Die Versuche 4 und 5 zeigen die Möglichkeit, wie präexistirender Glimmer im Krater eines Vulkans von flüssiger Lava eingehüllt werden kann, wenn die Lava glimmerhaltige Gesteine durchbricht. Die Eindrücke selbst dünner Glimmertafeln auf und in den Schlacken, die glatten Flächen auf den Unterlagen würden einen sehr dünnflüssigen Zustand voraussetzen. Wurden von

solcher Lava losgerissene Massen ausgeschleudert: so konnten sich während schnellen Erstarrens beim schnellen Wurfe durch die Luft nur schlackige und völlig unkrystallinische Körper bilden. Bei so schneller Abkühlung konnten aus der erstarrenden Masse kleine Hörner hervorbrechen, die darauf sitzenden Glimmerblätter durchbohren, und die oben bemerkten Erscheinungen hervorbringen.

Hätte sich der Glimmer aus der im Krater des Vulkans langsam erstarrenden Lava gebildet: so hätten davon Massen losgerissen und fortgeschleudert werden müssen, als er, aber noch nicht die umgebende Masse erstarrt gewesen wäre. Der Glimmer hätte sich daher innerhalb des Kraters durch langsame Erstarrung, die umgebende schlackige Masse aufserhalb desselben durch schnelle Erstarrung gebildet. Nur ein seltsames Zusammentreffen, dafs gerade in der Zeit zwischen der vollendeten Erstarrung des Glimmer und der noch nicht begonnenen der Schlackenmasse der Auswurf erfolgt wäre, hätte ein Gemeng aus einer vollendeten krystallinischen Ausbildung und einer völlig amorphen Masse liefern können; denn ein späterer Auswurf würde nach plutonischen Ansichten lauter krystallinische Bildungen geliefert haben.

Auf meine Bitte analysirte Bromeis einen licht tombackbraunen Glimmer aus zwei bräunlichgrauen Schlakken vom *Herchenberg* und erhielt folgende Resultate.

Kieselsäure	42,89	71,41
Thonerde	6,09	
Magnesia	24,33	
Eisenoxyd	10,59	13,34
Kalkerde	0,76	0,64
Kali	13,15	9,86
Natron	0,36	1,35
Wasser ammoniakalisch	2,30	3,40
	100,47	100,00

Dieser Glimmer verändert in der Hitze seine Farbe nicht wesentlich; er könnte daher vulkanische Hitze ausgehalten haben. Die Gegenwart von Wasser und organischen Ueberresten steht aber damit im Widerspruch. Dieser Glimmer enthält eine geringere Menge Thonerde

als man bisher in irgend einem angetroffen hat. Seine Mischung ist von der Art, dafs man ihn für ein Umwandlungsproduct eines Augit ähnlich dem aus der *Rhön* (S. 651) halten könnte, wenn dessen Kalkerde gegen Magnesia und Kali ausgetauscht würde.

Monticelli und Covelli [1]) haben über das Vorkommen des Glimmer in vulkanischen Auswürflingen des *Vesuv* von den Jahren 1821, 1822 und 1823 Beobachtungen angestellt.

Die Laven von 1821 bestanden aus Leucit, Augit und Glimmer. In denen vom 26. Februar 1822 fanden sich aufser Augit, Leucit und Partieen von schwärzlichem Bimsstein, Glimmer in schwarzen stark glänzenden Blättchen. In den Laven vom October 1822 fanden sie neben conglomeratartigen Zusammenhäufungen von Leucit und Brocken von Augitkrystallen, Bruchstücke von bräunlichem, glänzendem Glimmer. In dem Sande, welcher am 26. und 27. Februar 1822 vom *Vesuv* ausgeworfen worden, fanden sich Blättchenfragmente von glänzendem schwärzlichem Glimmer. Die verschiedenen Bruchstücke oder Brocken, welche bis zu einer Entfernung von zwei Meilen vom Krater geschleudert wurden, enthielten gleichfalls, neben Leucit und Augit, Glimmer, aber nur in geringer Menge, aufserdem jedoch Glimmerblättchen und sechsseitige Säulen. Nicht minder fanden sich im feinen Sande, der bis zu bedeutenden Entfernungen rings um den Krater getragen worden, Trümmer von Glimmer. Auch in den Aggregaten, welche vom *Vesuv* ausgeworfen worden waren, fand sich Glimmer. So in Kugeln 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs Durchmesser, welche aus festen Bruchstücken von Augit und grünem Glimmer bestanden und in meist verglasten Lavabrocken, in deren Zwischenräumen röthlichgelber Glimmer in den dünnsten und glänzendsten Blättchen in Menge vorhanden war.

Bruchstücke von Glimmer können unmöglich für eine Bildung während der Erstarrung sprechen; sie deu-

[1]) Der *Vesuv* in deutscher Uebersetzung. 1824. Der Glimmer tritt in den Laven der italienischen Vulkane nur zufällig auf. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 846.

ten entschieden auf eine Präexistenz und Zertrümmerung während des Aufsteigens und Ausfliefsens. Die fadenförmigen Theilchen des Sandes zeigen ganz unwidersprechlich wie die beiden Beobachter bemerken, dafs sie im flüssigen Zustande in die Luft geworfen und schnell abgekühlt worden sind. Niemand wird aber wohl behaupten wollen, dafs während einer so schnellen Abkühlung auf der Reise durch die Luft Glimmer sich hätte bilden können! — Der Glimmer, welcher in den genannten vulkanischen Producten von den Jahren 1821 bis 1823 zu Tage gekommen ist, zeigt also nichts, was auf seine Bildung während der Erstarrung dieser Massen deutet.

Blum fand, nach brieflicher Mittheilung, auf einer Bombe vom Ausbruche des *Vesuv* am 1. April 1835 Glimmerblättchen und Kryställchen, welche beim Herausnehmen eben solche ebene Flächen in der Masse zurückliefsen, wie die auf den oben (S. 723) angeführten Schlacken. Dafs dieser Glimmer weder auf nassem Wege nach dem Auswurfe, noch während der Erstarrung entstanden sein konnte, ist unzweifelhaft. Von ihm ist daher nur die Präexistenz anzunehmen.

In dem erwähnten grünlichen Glimmer aus dem Tuffe des *Vesuv* fand Kjerulf in der Mitte der Glimmerblätter einen sechsseitigen Kern, welcher den äufseren Contouren entspricht. Auf diesem Kern, der aus demselben Glimmer zu bestehen scheint wie der ihn umgebende Kranz, sind kleine durchsichtige harte von Säuren nicht angreifbare Körnchen eingesprengt, welche Quarze zu sein scheinen. Die sechsseitige Contour des Kerns wiederholt sich auf einigen Blättern noch ein- oder zweimal in Linien, welche durch diese Körnchen bezeichnet sind. Auch aufserhalb des Kerns, jedoch selten, tritt hier und da ein einzelnes Körnchen hervor. Im Kern findet man auch harte schwarze Körnchen, welche glänzende Blätterdurchgänge zeigen und beim Zersetzen des Glimmer durch Schwefelsäure zurückbleiben; sie scheinen Augite zu sein.

Dieses glimmerreiche und viel Olivin haltende Gestein braust sehr stark mit Säuren, welche eisenhaltige Thonerde, viel Kalkerde und Magnesia extrahiren. Ob

diese alkalischen Erden Zersetzungsproducte sind, oder ob sie von den im Tuffe vorkommenden Carbonaten herrühren, ist nicht zu entscheiden. Da der Glimmer in diesen Auswürflingen in der Glühhitze seine Farbe nicht verändert und einen nur ganz geringen Gewichtsverlust erleidet: so scheint dies für seine Präexistenz im Vulkan zu sprechen[1]).

Von einem Glimmer, der in Lava oder in Schlacken eingehüllt worden ist, kann man nicht erwarten, dafs er beim Erhitzen Wasser gibt und seine Farbe verändert. Es ist daher zu wünschen, dafs alle vesuvischen Glimmer dieser Prüfung unterworfen werden. Es wurde schon erwähnt (S. 705), dafs Glimmer von Auswürflingen des *Vesuv* theils gar keinen, theils einen nur geringen Glühverlust erleidet. Der Glimmer vom *Vesuv*, den ich geglüht habe, zeigte auch keine Farbenveränderung, und Bromeis und Chodnew fanden auch kein Fluor in diesem Glimmer. Obgleich diese Verhältnisse der Annahme nicht entgegen sind, dafs die Glimmer auf Auswürflingen der vulkanischen Hitze ausgesetzt gewesen waren: so können wir doch nicht, den obigen Bemerkungen (S. 721 ff.) gemäfs, unbedingt darauf schliefsen.

Neben den Blöcken glimmerreichen Basalts, welche auf dem ehemaligen Boden des *Laacher See* liegen[2]), finden sich andere eines dichteren Basalts, die glimmerfrei sind. Dieser Unterschied könnte nicht, sofern der Glimmer in ersteren ein plutonisches Erzeugnifs wäre, in der Dauer der Erstarrung gesucht werden; denn das dichtere Gestein erstarrte gewifs nicht schneller als das weniger dichte oder das porösere. Dieser Umstand, welcher der pyrogenen Bildung des Glimmer entgegensteht, ist in völliger Uebereinstimmung mit der Ansicht seiner späteren Entstehung aus der augitisch-labradorischen

[1]) Die Entstehungsart der in Laven eingeschlossenen krystallisirten Substanzen wurde schon von Breislak (Lehrbuch der Geologie in deutscher Uebersetzung. Bd. III. S. 254) sehr gründlich erörtert. I. Aufl. Bd. II. S. 1411 ff.

[2]) Ueber den Ursprung dieser Blöcke siehe meine Bemerkungen in der I. Aufl. Bd. II. S. 1431 ff.

Grundmasse; denn je dichter die Gesteine, desto schwieriger dringen die Gewässer in sie ein.

Der Glimmer gehört zu den sehr seltenen Gemengtheilen des Basalt. Auf eigenthümliche Verhältnisse mufs man daher schliefsen, dafs gerade in dem im *Laacher See* gelegenen Basalt eine so grofse Menge Glimmer angetroffen wird.

In der I. Aufl. habe ich mehrere Fundorte glimmerreicher Basalte angeführt; stets sind es aber veränderte oder in Wacke übergegangene Basalte. Auch am Ufer des *Gemünder* und des *Weinfelder Maar* bei *Daun* fand ich mehr oder weniger veränderte, dem Gesteine im *Laacher See* ähnliche sehr glimmerreiche kugelförmige Brokken, und am *Hohenfels* im *Essinger Thal* fand ich eine sehr glimmerreiche Lava.

Wer kann zweifeln, dafs der Glimmer in diesen und in anderen basaltischen Gesteinen ein Umwandlungsproduct derselben ist? — Wäre er ein Erstarrungsproduct: so wäre nicht einzusehen, warum er nicht ebenso im frischen unveränderten, wie im zersetzten Basalt vorkommen sollte.

Die nachstehenden Analysen von Glimmer aus basaltischen Gesteinen und vom *Vesuv* zeigen, dafs sie stets Magnesiaglimmer sind.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	44,63	43,02	39,75	40,91	44,63
Thonerde	16,48	16,85	15,99	17,79	19,04
Eisenoxyd	11,32	11,63	8,29	11,02	4,92
Magnesia	19,06	18,40	24,49	19,04	20,89
Kalkerde	—	0,71	0,87	0,30	—
Kali	} 9,75	8,60	8,78	9,96	6,97
Natron		1,15	—	—	2,05
Titan	Spur	Spur	—	—	—
Glühverlust	—	—	0,75	—	0,17
	101,24	100,36	98,92	99,02	98,67

	VI. a.	VI. b.	VI. c.	VII.
Kieselsäure	43,10	43,10	—	44,90
Thonerde	15,05	14,56	0,49	18,71
Eisenoxyd	23,25	22,53	0,73	9,09
Magnesia	10,82	10,28	0,54	7,14
Kalkerde	0,81	—	0,81	12,90
Kali	4,62	4,62	—	0,68
Natron	0,82	0,82	—	6,58
Titansäure, unreine .	1,03	1,03	—	—
Glühverlust	1,50	1,50	—	—
	101,00	98,44	2,57	100,00

I und II. Glimmer aus dem Basalt des *Laacher See* nach Bromeis[1]).

Die beiden Glimmer I und II wurden kürzlich von dem Bergexpectanten Hugo Müller analysirt. Die Resultate dieser Analyse stimmen ziemlich nahe mit denen von Bromeis überein. Auf die Scheidung der beiden Oxyde des Eisens verwendete Müller eine besondere Sorgfalt. Hier die Resultate:

	I. Brauner Glimmer.	II. Schwarzer Glimmer.
Eisenoxyd . . .	5,95	2,64
Eisenoxydul . .	0,84	5,324
	6,79	7,964

Man sieht, dafs die relativen Verhältnisse beider Eisenoxyde in diesen Glimmern die Farbe bedingen.

III. Krystallisirter lichtgelblichgrüner Glimmer, auf einem Auswürfling des *Vesuv*, nach Bromeis[2]).

IV. Schwärzlichgrüner krystallisirter Glimmer in grünem Augit eingewachsen, unter den Auswürflingen des *Vesuv* nach Chodnew[3]).

V. Glimmer vom *Vesuv* nach Kjerulf, in meinem Laboratorium unter meiner Leitung analysirt.

VI. Brauner Glimmer aus einem schwarzen augitischen Lavablock am *Weinfelder Maar*, nach Demselben.

[1]) Diese Analysen auf meine Bitte unternommen.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LV. S. 112.

[3]) Ebend. Bd. LXI. S. 381.

VI a. Analyse im Ganzen; VI b. durch Schwefelsäure aufgeschlossen, wobei sich die Kieselsäure in weifsen metallglänzenden Blättchen, welche mit einigen grünen Blättchen oder Körnern gemengt waren, ausschied. VI c. Grüne Blättchen, welche von der Kieselsäure abgeschlämmt wurden, mit Flufssäure ausgeschlossen. Vielleicht waren diese Blättchen augitische Reste, welche noch nicht in Glimmer umgewandelt worden waren; in diesem Falle würde VI. b. die wahre Zusammensetzung des Glimmer darstellen.

Die ziemlich nahe Uebereinstimmung der Glimmer I bis V, besonders wenn man Thonerde und Eisenoxyd als gegenseitige Vertreter nimmt, läfst auf gleiche Entstehung schliefsen. I war dunkelrauchgrau und wurde beim Glühen gelbbraun, wobei er 1,75 % ammoniakhaltiges Wasser gab. II hatte ich vorher geglüht, wodurch derselbe tombackfarben wurde und viel ammoniakalisches Wasser gab. Wegen Mangel an Material konnten in I die Alkalien nicht bestimmt werden; sie wurden aus der zweiten Analyse übergetragen. Darin zeigt sich ein Unterschied, dafs III und IV nur einen geringen oder gar keinen Glühverlust ergaben. Ob diese Glimmer auch ursprünglich frei von Wasser und organischer Substanz waren, oder ob beide durch die vulkanische Hitze ausgetrieben worden, bleibt unentschieden. VI zeichnet sich durch seinen bedeutenden Eisen- und geringen Magnesiagehalt aus. Es gibt indefs Basalte, welche eben soviel Eisenoxyd enthalten wie dieser Glimmer.

Vergleicht man die Zusammensetzung dieser Glimmerarten mit der der Basalte, z. B. mit VII (Basalt von *Wickenstein* nach Lowe): so wird man überrascht durch die grofse Aehnlichkeit. Wir brauchen blos anzunehmen, dafs die Kalkerde in solchem Basalt gegen Magnesia (Kap. I No. 16) und gegen Kali (No. 5) ausgetauscht wird. Gewässer, kohlensaure Magnesia und kohlensaures Kali enthaltend, können daher die Umwandlung des Basalt in Glimmer bewirken. Dafs die Hauptgemengtheile des Basalt, Labrador und Augit, wirklich in Glimmer umgewandelt werden können, haben wir gesehen. (S. 573 u. 642 ff.)

Veränderte Augite aus dem *Laacher See* enthalten manchmal Alkalien (S. 620). Hatten sie ursprünglich die Zusammensetzung der thonerdehaltigen: so betrugen die Basen, welche sie verloren, mehr als die Alkalien, die sie aufgenommen hatten. So wie diese Augite Alkalien aus dem Seewasser aufgenommen und sich dadurch der Mischung des Glimmer genährt hatten: so konnte wohl auch die augitische Grundmasse in jenen glimmerreichen Gesteinen des *Laacher See* solche aufnehmen. Der ganze Umwandlungsprocefs basaltischer Gesteine in Glimmer reducirt sich sonach auf eine Zersetzung ihrer Kalksilicate in Magnesia- und Kalisilicate, wobei vielleicht auch theilweise die Natronsilicate in Kalisilicate umgewandelt wurden (Kap. I. No. 38). Die kohlensaure Magnesia und das kohlensaure Kali, welche diese Zersetzung bewirken, finden sich nach meiner Analyse im Wasser des *Laacher See*, und der kohlensaure Kalk, welcher bei dieser Zersetzung gebildet wird, ist darin in reichlicher Menge vorhanden.

VIII. Glimmer auf Hüttenschlacken. Für die Möglichkeit einer plutonischen Bildung des Glimmer scheint das Vorkommen von sechsseitig prismatischen Krystallen eines glimmerartigen Körpers, welchen Mitscherlich[1]) in alten Schlacken eines Kupferschmelzofens zu *Garpenberg* in *Schweden* fand, zu sprechen. Er besteht nach ihm aus

Kieselsäure . . .	47,31
Thonerde	5,74
Eisenoxyd . . .	28,91
Manganoxyd . . .	0,48
Magnesia	10,17
Kalk	6,23
Kali	1,05
	99,89

Diese Zusammensetzung unterscheidet sich von der aller andern Glimmerarten durch den bedeutenden Kalkgehalt; denn die gröfste bis jetzt in ihnen gefundene

[1]) Abhandlungen der königl. Acad. der Wissenschaften zu *Berlin* aus den Jahren 1822 und 1823.

Menge Kalk beträgt 1 % und die meisten Glimmerarten sind ganz frei davon. Nach Bredberg[1]) soll die Bildung dieser Substanz von dem die *Garpenberger* Erze begleitenden Glimmer und vom Kalkzuschlage abzuleiten sein.

Man mufs zunächst die Frage aufwerfen, ob eine Substanz, welche so viel Kalk und so wenig Kali enthält, überhaupt zum Glimmer gezählt werden könne. Die Augitlaven enthalten alle Kalk, hätte sich der in denselben vorkommende Glimmer auf feuerflüssigem Wege gebildet: so wäre zu vermuthen, dafs man auch darin jemals einen dem *Garpenberger* ähnlichen Kalkglimmer gefunden haben würde. Allein die oben mitgetheilten Analysen dieser Glimmer zeigen nur Spuren von Kalk. Ist der glimmerartige Körper von *Garpenberg* von dem die Erze begleitenden Glimmer und vom Kalkzuschlage abzuleiten: so kann von einer eigentlichen Glimmerbildung nicht die Rede sein. Wohl aber ist zu begreifen, wie beim dortigen Schmelzprocesse der Kalk das Kali des Glimmer theilweise verdrängen konnte; denn in hoher Temperatur scheidet Kalk das Kali aus dem Feldspath gröfstentheils (S. 403) und alle Alkalien aus dem Lithionglimmer aus. War der Glimmer jener Kupfererze sehr strengflüssig: so blieb er ungeschmolzen und veränderte sich blos so weit, dafs der Kalk gröfstentheils an die Stelle des Kali trat.

Als ich Kalkglimmerschiefer einige Stunden lang einer starken Glühhitze im Platintiegel aussetzte, die geglühte Masse mit Wasser auslaugte, den Kalk durch Kohlensäuregas niederschlug und die davon abfiltrirte Flüssigkeit zur Trokene abdampfte, zeigte der Rückstand alkalische Reaction. Bei Wiederholung des Versuchs mit einer gröfseren Menge gab sich der Rückstand durch Platinauflösung als Kali zu erkennen. Körniger Kalk, Glimmer enthaltend, gab dieselben Resultate. Die Aufnahme von Kalkerde konnte durch den Versuch nicht bestätigt werden, da der Glimmer in jenem glimmerschiefrigen Gesteine schon etwas Kalk als Silicat enthielt.

Die vorstehenden Versuche beweisen, dafs weder

[1]) Jern-Kontorets Ann. 1826. Bd. X. Heft I. S 155.

der körnige Kalk, noch der damit gemengte Glimmer durch eine plutonische Metamorphose entstanden sein können. Sei es, dafs ein sedimentäres Schiefer- und ein Kalkgestein präexistirt hätten, und beide gleichzeitig in Kalkglimmerschiefer umgewandelt worden wären, oder dafs in einen präexistirenden Glimmerschiefer sedimentärer oder körniger Kalkstein eingedrungen wäre: in jedem dieser Fälle würde, wenn plutonische Hitze gewirkt hätte, das Kali im Glimmer durch den Kalk ausgeschieden und durch später eingedrungene Gewässer fortgeführt worden sein, während sich Kalkglimmer gebildet hätte. Der Glimmer aus körnigem Kalk von *Pargas* enthält aber, nach Svanberg [1]) 8,45 % Kali und nur 1,03 % Kalk, und selbst diese geringe Menge mag wohl zum Theil von beigemengtem körnigen Kalk herrühren. Berücksichtigt man, dafs der immer sehr deutlich geschichtete Kalkglimmerschiefer, welcher einerseits in reinen körnigen Kalkstein, andererseits in gewöhnlichen Glimmerschiefer übergeht, in den *Oesterreichischen* und *Schweizer Alpen* sehr verbreitet ist, und auch in der *Alleghanykette* der *Vereinigten Staaten* eine wichtige Rolle zu spielen scheint [2]): so ist von dem darin vorkommenden Glimmer die nicht plutonische Bildung evident. Dafs aber auch der Glimmer in anderen Gesteinen keine plutonische Bildung sein kann, zeigen alle in diesem Kap. entwickelten Verhältnisse. Siehe auch Bd. III. Kap. Thonschiefer und Sandsteine.

Fassen wir alle im Vorhergehenden mitgetheilten Thatsachen zusammen: so können wir keinen einzigen vollgültigen Beweis für die Entstehung auch nur eines einzigen Glimmerblättchens auf pyrogenem Wege finden.

Die Allgemeinheit des Vorkommens des Glimmer, sein massenhaftes Auftreten in manchen Gesteinen führen zu der Folgerung, dafs die Glimmerbildungs-Processe von eben so grofser Allgemeinheit als von grofser Bedeutung für die umwandelnden Vorgänge der Erdrinde sein müssen. Nicht mehr kann man aber, wie bisher

[1]) Berzelius Jahresber. Bd. XX. S. 235.

[2]) Naumann's Geognosie. Bd. I. S. 668.

da, wo man in einem Gestein auch nur ein einziges Glimmerblättchen erblickt, auf plutonische oder plutonisch-metamorphische Processe schliefsen, sondern im Gegentheil hat man seine Gegenwart für ein sicheres Kennzeichen zu nehmen, dafs ein solches Gestein, wenn es wirklich von plutonischer Bildung sein sollte, sich meist (S. 725) nicht mehr in seinem ursprünglichen Zustande befinden kann, oder dafs es auf sedimentärem Wege gebildet und im Laufe der Zeit auf neptunischem Wege metamorphosirt worden ist.

Glimmer in Formen anderer Mineralien. Bei Betrachtung derjenigen Mineralien, welche einer Umwandlung in Glimmer fähig sind, wurden diese Pseudomorphosen bereits beschrieben. Das Folgende wird uns in den Stand setzen, die Umwandlungsprocesse bei denjenigen Mineralien, deren Umwandlungsproducte chemisch untersucht worden sind, kennen zu lernen.

Glimmer in Formen von Feldspath. Proben von den angeführten Pseudomorphosen, welche ich meinem Freunde Blum verdankte, habe ich analysirt.

	I.	II.	III.		IV.	
			a.	b [3].	a.	b.
Kieselsäure .	(67,95) [1]	(60,51) [1]	55,18	—	48,19	—
Thonerde . .	12,76	25,00	19,87	19,82	30,17	34,66 (Thonerde und Eisenoxyd)
Eisenoxyd .	2,09	7,77	13,30	13,29	5,69	
Manganoxyd .	—	—	Spur	—	—	—
Kalkerde . .	—	—	1,18	—	—	—
Magnesia . .	—	Spur	0,17	—	0,42	0,47
Kali	16,66 (Kali und Natron)	3,92	5,87	5,87	8,13	8,13
Natron . . .		0,15	1,35	1,35	0,35	0,35
Glühverlust .	0,54	2,65	0,31 [2]	—	1,56	—
	100,00	100,00	97,23		94,51	

[1]) Die eingeklammerten Werthe sind durch Subtraction bestimmt.

[2]) Dieses Mineral gab beim Trocknen im Wasserbade viel Wasser, welches beweiset, dafs es an diesem zur Umwandlung nöthigen Agens nicht fehlte. Das Pulver war vor dem Glühen gelblichweifs, nach dem Glühen etwas bräunlich, welches ohne Zweifel von höherer Oxydation des Eisenoxydul herrührte.

[3]) Beim Behandeln des ausgeglühten Pulvers mit Flufssäure entwickelte sich auffallender Weise ein deutlicher Geruch nach Moschus.

	V.	VI.	VII.
Kieselsäure	46,22	47,19	48,00
Thonerde	34,52	33,80	34,25
Eisenoxyd	6,04	4,47	4,50
Manganoxyd mit Magnesia .	2,11	2,58	0,50
Kalkerde	—	0,13	—
Kali	8,22	8,35	8,75
Flufssäure	1,09	0,29	—
Wasser	0,98	4,07	1,25
	99,18	100,88	97,25

I. Veränderter Feldspath von *Warmsteinach.*

II. Glimmer, welcher aus demselben hervorgegangen ist.

III. Umwandlungsproduct des Feldspath von *Finbo*; III a. ganze Analyse; III b. mittelst Flufssäure erhaltene Bestandtheile.

IV. Glimmer in Formen von Feldspath, wahrscheinlich von *Lomnitz* in *Schlesien* [1]).

V. Glimmer aus der Gegend von *Fahlun.*

VI. Glimmer von *Ochotzk.* Beide nach H. Rose [2]).

VII. Glimmer aus *Granit* in *Sibirien*, nach Klaproth [3]).

Das Material von II reichte nicht hin, die Kieselsäure direct zu bestimmen und auf Fluor zu prüfen. Wenn, wie wahrscheinlich, dieses vorhanden war: so würde sich

[1]) Die Ursache des bedeutenden Verlustes von 5,49 % habe ich nicht ermitteln können, da kein Material mehr vorhanden war. Die Quantitäten der Thonerde und des Eisenoxyd stimmen in a und b bis auf 1,2 % überein, welches, wenn man erwägt, dafs in pseudomorphen Mineralien von nahe aneinander grenzenden Stellen sich merkliche Differenzen in der Zusammensetzung zeigen können, keine bedeutende Differenz ist. Von Kalkerde war keine Spur vorhanden. Das Fluor steigt in den Kaliglimmern bis auf 3,3 %, im Lithionglimmer von *Zinnwald* von 6,35 bis 8,16, im Lithionglimmer von *Juschakowa* sogar bis auf 10,44 %. Die Wahrscheinlichkeit liegt also vor, dafs der Verlust von 5,49 % in der Analyse IV von Fluor herrühren werde.

Ich würde Anstand genommen haben, diese Analyse zu publiciren, wenn nicht die erhaltenen Resultate sich ziemlich nahe an die der beiden Analysen II und III anschlössen.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. I. S. 79 und 83.

[3]) Beiträge. Bd. V. S. 73.

der Werth der Kieselsäure vermindern. Noch wahrscheinlicher ist die Gegenwart von Fluor in III; denn die nahe Uebereinstimmung der Thonerde und des Eisenoxyd in III a. und III b. zeigt, dafs der bedeutende Verlust von 2,77 % nicht von Fehlern in der Analyse herrühren kann. Leider reichte das Material gleichfalls nicht zu einer Prüfung auf Fluor hin.

Dafs III ein pseudomorpher Glimmer ist, und nicht Speckstein, wie Blum vermuthete (S. 414), ist unzweifelhaft; denn die Magnesia, der wesentliche Bestandtheil des Speckstein, beträgt äufserst wenig. Er ist aber ein noch nicht völlig ausgebildeter Glimmer, wie dies auch seine schwierige Spaltbarkeit in dünne Blättchen zeigt. Sein Kieselsäuregehalt ist gröfser als in allen bis jetzt analysirten Kaliglimmern; nur der weifse Glimmer von *Monroe*, welcher nach Brewer[1]) 50 % Kieselsäure enthält, steht ihm darin am nächsten. Noch näher stehen ihm indefs mehrere Lithionglimmer, in denen die Kieselsäure bis auf 52,25 % steigt.

Ausführlichere Analysen der Glimmer-Pseudomorphosen im Granit von *Lomnitz* bei *Hirschberg* verdanken wir Th. Kjerulf[2]) VIII—XI und G. vom Rath[3]).

	VIII. a.	VIII. b.	IX.	X.	XI.
Kieselsäure	62,08	63,80	51,73	70,82	61,31
Thonerde	23,08	23,72	28,76	17,37	23,03
Eisenoxyd	2,33	2,40	5,37	0,66	7,33
Manganoxyd	0,90	0,92	0,62	0,35	1,48
Kali	} 8,91	9,16	8,28	8,89	4,67
Natron			2,14	1,91	2,18
Glühverlust	2,70	—	Fluor 0,83	—	—
	100,00	100,00	97,73	100,00	100,00

VIII a. Umgewandelte Krystalle wie sie waren, enthaltend Feldspath, Glimmer und Quarz.

VIII b. Nach Abzug des Glühverlustes.

[1]) Dana Mineral. p. 359. Der bedeutende Wassergehalt dieses Glimmer = 4,46 % deutet übrigens darauf hin, dafs derselbe kein normaler sein möchte.

[2]) Erdmann und Werth. Journ. Bd. LXV. S. 190.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVIII. S. 280.

Ein anderer Theil der umgewandelten Krystalle wurde mit der Lupe und Pincette ausgesucht und geschlämmt und erhalten.

X. Rothe, anscheinend unveränderte Feldspathstücke.

XI. Feineres Feldspathpulver durch wiederholtes Schlämmen vom Glimmer muthmafslich befreit; es war indefs nicht ganz frei von demselben.

Bemerkungen zu Kjerulfs Analysen.

Abstrahirt man von dem bedeutenden Verlust in IV: so zeigt sich eine ziemlich nahe Uebereinstimmung mit IX; aber auch diese Analyse zeigt immer noch einen nicht unbeträchtlichen Verlust.

X zeigt, dafs diese Feldspathkrystalle schon sehr verändert waren, namentlich Thonerde und Alkalien verloren hatten, wodurch die Kieselsäure relativ zugenommen hatte. Es zeigt sich hier etwas ähnliches wie in I; nur dafs dieser veränderte Feldspath noch bei weitem mehr Thonerde verloren hatte. Auffallend ist die grofse Verschiedenheit zwischen X und XI. Dieses feinere Feldspathpulver kann man nicht für ein Gemeng von Feldspath und Glimmer halten; wohl aber erscheint es als ein Gemeng aus Glimmer und freier Kieselsäure. In der That, setzt man für diese Kieselsäure 19,31 % und zieht dies von der Zusammensetzung XI ab: so erhält man die Zusammensetzung XII.

	XII.
Kieselsäure . .	52,05
Thonerde	28,54
Eisenoxyd . . .	9,08
Manganoxyd . . .	1,84
Kali	5,79
Natron	2,70
	100,00

welche sehr nahe der des Glimmer IX kommt; nur dafs in XII mehr Eisen- und Mangonoxyd und weniger Alkalien als in IX sich finden. Denkt man sich, dafs sich die überflüssige Kieselsäure als Quarz ausscheidet: so gibt der Rückstand, wenn er krystallisirt, einen Glimmer, welcher dem unter IX sehr nahe kommt.

	A.	B.	C.
Quarz	—	3,23	—
Kieselsäure . .	66,66	63,41	49,04
Thonerde . . .	18,86	19,70	29,01
Eisenoxyd . . .	0,46	1,24	5,56
Kalk	0,36	0,53	0,17
Magnesia . . .	0,21	0,29	0,75
Kali	11,12	8,92	11,19
Natron	3,01	2,02	0,50
Wasser	—	—	1,16
Glühverlust . .	0,50	1,30	3,49
	101,18	100,64	100,87

A. Noch frischer, fleischrother Feldspathkern, welcher glänzende Spaltungsflächen zeigt.

B. Eine diesen Kern umgebende grünlichweifse Hülle, welche körnig und zerreiblich ist, noch keinen deutlichen Glimmer erkennen läfst, wohl aber unter der Lupe viele silberglänzende Punkte zeigt.

C. Der die äufserste Begrenzung bildende Glimmer (etwa 1 Linie grofse Schüppchen), in welchem weder unveränderte Feldspathmasse A noch veränderte B eingelagert ist, wohl aber (wie auch in B) häufig Quarz in kleinen Körnern (von welchen indessen die analysirte Probe frei war).

Vom Rath macht aufmerksam, dafs der Glimmer eine von den gewöhnlichen Kaliglimmern sehr abweichende Zusammensetzung hat und sich nur an den von Rammelsberg untersuchten von unbekanntem Fundorte anschliefst und an den von v. Rath untersuchten, der zu *Arendal* pseudomorph nach Wernerit vorkommt.

Die Aufnahme des Eisens erklärt er aus der von mir ermittelten Zersetzung des kieselsauren Natron durch Eisenoxydhydrat (Kap. I. No. 48), wodurch kieselsaures Eisenoxyd gebildet wurde.

Er hebt endlich den bemerkenswerthen Umstand hervor, dafs eine mineralische Substanz von bestimmter Form und Mischung durch einen Zwischenzustand — eine Masse ohne Form und bestimmte Zusammensetzung — in ein neues Mineral übergeht, mit gesetzmäfsiger aber neuer Form und Mischung. Wir fügen hinzu, dafs ein

solches Verhältnifs bei pseudomorphischen Processen häufig stattfindet.

Um den Umwandlungsprocefs des Feldspath in Glimmer zu begreifen, vergleichen wir die normale Zusammensetzung des Feldspath (F) mit der des Glimmer III (G) und berechnen, was von ersterem fortgeführt und was ihm zugeführt wurde.

	F.				G.
Kieselsäure . .	65,21	—	10,03	=	55,18
Thonerde . . .	18,13	+	1,74	=	19,87
Eisenoxyd . . .	—	+	13,30	=	13,30
Alkalien . . .	16,66	—	9,44	=	7,22
Kalk	—	+	1,18	=	1,18
Magnesia . . .	—	+	0,17	=	0,17
Glühverlust . .	—		—		0,31
	100,00				97,23

Diese Umwandlung besteht wesentlich darin, dafs 10,03 Kieselsäure und 9,440 Alkalien (nämlich nahe einfache alkalische Silicate) fortgeführt und 13,3 Eisenoxyd zugeführt werden. Die Aufnahme des letzteren erklärt sich aus seinem Verhalten zu den Thonerdesilicaten (Kap. I. No. 49), wonach Eisenoxydhydrat von Thonerdesilicaten aufgenommen wird, indem sich beide Basen in die Kieselsäure theilen und Doppelsilicate gebildet werden.

Wir abstrahiren hierbei von der geringen Menge Thonerde, welche hätte aufgenommen werden sollen, da solche Minima theils den Schwankungen dieser Erde in verschiedenen Feldspathen, theils Fehlern in der Analyse zugeschrieben werden können. Wir abstrahiren ferner von den geringen Mengen Kalkerde und Magnesia, welche als unwesentliche Bestandtheile des Glimmer entweder schon im Feldspath vorhanden waren, oder von den Gewässern, welche die Umwandlung bewirkten, abgesetzt wurden.

Der bedeutende Eisengehalt in III kann nicht befremden, da er in anderen Kaliglimmern noch höher steigt: so im braunen Glimmer aus *Cornwall*, nach Turner [1])

[1]) Edinb. Journ. of Sc. Vol. III und VI. p. 61.

bis auf 27,06 %, und im Glimmer von *Abborforfs* in *Finnland*, nach Svanberg[1]) sogar bis auf 35,78 %.

Wenn die alkalischen Silicate des Feldspath zum Theil durch Kohlensäure zersetzt werden: so bleibt ihre Kieselsäure zurück und ihre Alkalien werden als Carbonate fortgeführt, während ein anderer Theil der Silicate als solche fortgeführt und der Rest zur Bildung des Glimmer verwendet wird. In diesem Falle entsteht ein Gemeng aus Glimmer und Quarz, mithin ein Glimmerschiefer. Die Bildung dieses Schiefers aus einem Gesteine, welches Feldspath, oder, wie der Thonschiefer, eine amorphe feldspathige Grundmasse enthält, ist daher auf diese Weise leicht zu begreifen. In der That ist der Glimmer in den Glimmerschiefern meist Kaliglimmer, der nur wenig Magnesia enthält (Bd. III. Kap. Glimmerschiefer), und von solcher Art sind auch die oben angeführten pseudomorphen Glimmer.

Die mit der Umwandlung des Feldspath in Glimmer verknüpfte Ausscheidung von Quarz wurde bei den Pseudomorphosen von *St. Just* und von *Finbo* (S. 413 u. 414) schon nachgewiesen. Daher rührt der bedeutende Kieselsäuregehalt in II ohne Zweifel gleichfalls von ausgeschiedener Kieselsäure her. Da der veränderte Orthoklas I weniger Thonerde als irgend einer enthält: so ist zu vermuthen, dafs die aus einem Theile desselben ausgeschiedene Thonerde von einem anderen Theile aufgenommen wurde und dieser dadurch die zur Umwandlung in Glimmer nöthige Menge dieser Erde erhielt.

Die Pseudomorphosen von *St. Just* und von *Finbo*, so wie II [2]) und III erscheinen demnach als glimmerschiefer-ähnliche Bildungen aus Feldspath, aus welchem

[1]) A. a. O.

[2]) Blum fand in dieser Pseudomorphose keinen Quarz im Gemenge mit Glimmer (S. 413); daher führte ich an, dafs die ausgeschiedene Kieselsäure fortgeführt worden sei. Die seitdem unternommene Analyse II thut aber dar, dafs allerdings freie Kieselsäure vorhanden war; sie mufste aber so innig mit dem Glimmer gemengt gewesen sein, dafs sie der Beobachtung entging.

nur ein Theil der alkalischen Silicate als solche ausgeschieden, der andere Theil dagegen durch Kohlensäure zersetzt als Carbonate fortgeführt wurde, während die Kieselsäure dieser zersetzten Silicate als Quarz zurückblieb. Dafs aber die Umwandlung auch so erfolgen kann, dafs die aus den alkalischen Silicaten ausgeschiedene Kieselsäure gänzlich fortgeführt wird, zeigt die Pseudomorphose von *Lomnitz* (S. 413), in welcher weder die Beobachtung noch die chemische Analyse Quarz nachgewiesen haben. Der aus dieser Pseudomorphose hervorgegangene Glimmer ist ein ganz normaler, wie dies auch seine mit den Glimmern V, VI und VII übereinstimmende Zusammensetzung zeigt. Diese Uebereinstimmung ist so grofs, dafs die Möglichkeit letztere seien gleichfalls aus Feldspath hervorgegangen, nicht bestritten werden kann.

Geht der Glimmer aus amorphem Feldspath hervor: so erscheint er in seiner eigenen Krystallform; ein solcher Ursprung kann aber mineralogisch nicht nachgewiesen werden. Der in seiner eigenen Krystallform im Granit vorkommende Glimmer kann daher möglicher Weise aus einer amorphen Feldspath-Grundmasse entstanden sein; sei es, dafs die ausgeschiedene Kieselsäure in den alkalischen Silicaten gänzlich fortgeführt wurde, oder dafs ein Theil derselben als Quarz zurückblieb. In letzterem Falle würde der Quarz im Granit diesen Ursprung haben.

In Betreff der oben angeführten Bildung von Thonerde-Eisenoxydul-Silicaten aus Thonerdesilicat und Eisenoxyd sind noch einige allgemeine Bemerkungen hinzuzufügen. Ist diese Bildung mit einer theilweisen Abscheidung eines überbasischen Doppelsilicats begleitet: so ist zu begreifen, wie durch diese Processe Doppelsilicate bald mit überschüssiger Thonerde, bald mit überschüssigem Eisenoxyd entstehen können. Kommen mit Feldspath sehr eisenreiche Wasser in Berührung: so mag von dem gebildeten Doppelsilicat viel überbasisches Doppelsilicat fortgeführt und dadurch mit Thonerde abgeschieden werden, während viel Eisenoxyd an deren Stelle tritt. Sind es dagegen eisenarme Wasser: so mag nur wenig von dem überbasischen Silicat gebildet, mithin nur wenig Thonerde

abgeschieden, und auch nur wenig Eisenoxyd aufgenommen werden.

Es ist gewifs, dafs die Ursache der so sehr wechselnden Quantitäten der Thonerde und des Eisenoxyd in den aus Feldspath hervorgegangenen Glimmern nicht in einem eben so grofsen Wechsel beider Basen im Feldspath zu suchen sei; denn das Eisenoxyd ist stets nur in sehr geringer und die Thonerde in sehr nahe constanter Menge in diesem Mineral vorhanden.

Unzweifelhaft ist es daher, dafs in allen Fällen, wo ein Mineral von nahe constanter Zusammensetzung einer Umwandlung in ein anderes Mineral von wechselnder Zusammensetzung unterliegt, nur die, in so verschiedenen qualitativen und quantitativen Verhältnissen in den Gewässern vorkommenden Substanzen es sind, welche chemisch verschiedene aber mineralogisch identische Producte liefern können.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dafs sich Thonerde und Eisenoxyd als isomorphe Basen gegenseitig vertreten können, und dafs daher dasselbe Mineral bald mit vorherrschender Thonerde und zurückgedrängtem Eisenoxyd, bald mit vorherrschendem Eisenoxyd und zurückgedrängter Thonerde entsteht, je nachdem in dem Material, aus welchem es sich bildet, bald diese bald jene Base vorherrscht oder zurücktritt. Es ist daher zu schliefsen, dafs sich dieser Isomorphismus auch dann geltend machen werde, wenn Thonerdesilicate in Mineralien der chemischen Wirkung eisenhaltiger Gewässer unterliegen. Im Vorstehenden haben wir nachgewiesen, wie man sich den verschiedenartigen Erfolg einer solchen Wirkung denken kann, und wir glauben damit die Bahn zur Erklärung ähnlicher Erscheinungen bei den so mannichfaltigen Umwandlungsprocessen im Mineralreiche gebrochen zu haben.

Das S. 573 angeführte pinitartige Mineral in Formen von Labrador mit glimmerartigen Schuppen zeigt, dafs Labrador wie Orthoklas einer Umwandlung in Glimmer fähig ist; die Gegenwart desselben im zersetzten Basalt, in einem labradorischen Gesteine (S. 731 ff.) ist daher leicht zu begreifen. Da jedoch der aus Labrador entstandene Glimmer wohl nie Magnesiaglimmer sein wird: so

werden Labrador und Augit vereint das Material und letzterer insbesondere die Magnesia für den im zersetzten Basalt vorkommenden Magnesiaglimmer liefern.

Glimmer in Formen von Oligoklas. S. 574 wurde ein aus Oligoklas hervorgegangener Pinit angeführt. A. Knop[1]) wies aber auch eine Umwandlung des Oligoklas in Glimmer auf eine überzeugende Weise nach. Hiervon wird im Kap. Chloritschiefer die Rede sein. Dafs das Feldspathmineral, welches sich in Glimmer umgewandelt im Chloritschiefer von *Harthau* findet, wirklich Oligoklas ist, zeigt die folgende Analyse, welche von Hesse unter der Leitung von Dr. Müller ausgeführt wurde.

	I.	II.
Kieselsäure . . .	62,25	63,33
Thonerde . . .	17,69	17,85
Eisenoxyd . . .	4,00	oxydul 3,26
Kali	6,42	6,58
Natron	4,00	4,10
Kalkerde . . .	4,76	4,88
Magnesia . . .	0,30	—
Schwefelsäure . .	0,54	—
Wasser	2,51	—
	102,47	100,00

I. Das zu dieser Analyse angewandte Mineral war nur mit grofser Mühe zu sammeln, weil es sich schwierig vom Quarz, von dem es stets begleitet wird, trennen liefs. Dabei war nicht zu vermeiden, dafs kleine Mengen Chlorit, welcher nicht selten damit eben so als mit Braunspath und Quarz verwachsen vorkommt, beigemengt blieben.

Die Schwefelsäure rührt von beigemengtem Eisenkies her. Zieht man die hiernach berechnete Menge desselben = 0,404 und den Wassergehalt ab, da das Mineral wasserfrei ist; nimmt man ferner an, dafs der ganze Magnesiagehalt dem beigemengten Chlorit angehört, und zieht man die nach dessen Zusammensetzung berechnete Menge = 1,178 ab: so erhält man die Zusammensetzung II, welche das Mineral als Oligoklas charakterisirt, der

[1]) Der Chloritschiefer von *Harthau*.

sich von den analysirten Oligoklasen durch einen bedeutenderen Kali und etwas geringeren Thonerdegehalt unterscheidet. Gemäfs der Farbe des Minerals enthält es das Eisen als Oxydul.

Bei der Umwandlung dieses Oligoklas in den S. 574 No. III angeführten Pinit wurde demnach Kieselsäure ausgeschieden, wodurch sich der Thonerdegehalt relativ vermehrte. Bei seiner vollständigen Umwandlung in Glimmer wurde auch das Natron gröfstentheils und noch mehr Kieselsäure ausgeschieden, wodurch sich der Kaligehalt erhöhen mufste, besonders wenn ein Theil des Natron durch Kali verdrängt wurde [1]).

Glimmer in Formen von Andalusit (Bd. I. S. 188). Es ist die S. 517 beschriebene Pseudomorphose von *Rancié* im Depart. de *l'Ariège*:

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	59,01	—	44,71	36,74
Thonerde	26,56	} 35,53	35,29	59,65
Eisenoxyd	6,63		4,12	2,80
Kalk	—	—	0,98	0,49
Magnesia	3,64	0,15	0,39	—
Alkalien	4,16 [2])	—	8,82 [3])	—
Glühverlust . . .	—	2,40	5,69	—
	100,00		100,00	99,68

I. und II. Pseudomorphe Glimmer nach meinen Untersuchungen. Für vollständige Analysen war das Material zu gering; ich beschränkte mich hauptsächlich auf die Ermittelung, ob diese pseudomorphen Glimmer Kali- oder Magnesiaglimmer seien.

[1]) Knop ist geneigt, dem Oligoklas eine grofse Glimmerbildungsfähigkeit zuzuschreiben. So fand er in einem grobkörnigen Granit der Gegend von *Wildenthal* und *Carlsfeld* grünlichen Oligoklas von mattem unebenem Bruche, welcher in den Kernen der Krystallen Spuren von beginnender Zersetzung zeigte und häufig silberweifse Glimmerblättchen einschlofs, während der Glimmer des Granit tombackfarben war. Der fleischfarbene Orthoklas hatte dagegen ein frisches Ansehen. Daher liegt der Gedanke nicht fern, dafs in Oligoklasgraniten der Oligoklas mehr zur Umwandlung in Glimmer als der Orthoklas geneigt sei.

[2]) Und Verlust.

[3]) Durch den Verlust bestimmt.

III. Veränderter Andalusitkrystall von *Lisenz*, der auf seiner Oberfläche und im Innern grofse Blätter weifsen Glimmers enthielt und übrigens ganz in Cyanit umgewandelt war, nach Roths[1]) Analyse.

Kieselsäure	44,71	Sauerstoff . . .	23,23
Eisenoxyd	4,12	» . . .	1,23
Thonerde	35,29	» . . .	16,48
Kalk	0,98	» . . .	0,28
Talkerde	0,39	» . . .	0,16
Glühverlust	5,69	» . . .	—
Alkalien (Verlust) . .	8,82	(K)[2]) . . .	1,50
	100,00		

Wäre die Umwandlung des Andalusit in Glimmer III dadurch erfolgt, dafs so viel von der Thonerde ausgeschieden worden wäre, als in ersterem mehr als in letzterem enthalten ist, und dafs dagegen Eisenoxyd, Magnesia und Alkalien aufgenommen worden wären: so hätte sich das Volumen des Andalusit um 10 $^0/_0$ vermindern müssen. Ein in Blum's Sammlung befindlicher Andalusitkrystall ist aber so ganz mit Glimmer erfüllt, dafs eine solche Verminderung nicht angenommen werden kann. Eine theilweise Verdrängung der Thonerde durch das aufgenommene Eisenoxyd kann nach Kap. I. No. 49 stattgefunden haben. Die Vergleichung der Zusammensetzung III mit der des Andalusit von *Lisenz* (S. 512) zeigt eine Zunahme der Kieselsäure um 4,6 $^0/_0$, welche den aufgenommenen alkalischen Silicaten zuzuschreiben ist. Der ganze Umwandlungsprocefs des Andalusit scheint demnach darin zu bestehen, dafs Gewässer ihm Eisenoxyd und alkalische Silicate zugeführt und einen Antheil Thonerde als Silicat fortgeführt haben.

Da mit der Umwandlung des Andalusit in Glimmer eine Abnahme der Thonerde und eine Zunahme der Kieselsäure verknüpft ist, während bei der Umwandlung des Andalusit in Cyanit das Umgekehrte stattfindet: so könnten sich diese entgegengesetzten Verhältnisse ausge-

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. VII. S. 15.

[2]) Da die vorhandenen Glimmeranalysen gar kein oder nur sehr wenig Natron ergeben: so ist nur Kali angenommen worden.

glichen haben, wenn in III, wie wahrscheinlich, beide Umwandlungsprocesse gleichzeitig vor sich gegangen sein sollten. Der Andalusit würde dann in den an Thonerde ärmeren Glimmer und in den an Thonerde reicheren Cyanit zerfallen sein. Dafs übrigens bei der Umwandlung in Cyanit gleichfalls Eisenoxyd zugeführt wurde, zeigt der ungewöhnlich hohe Eisengehalt in IV (S. 513. No. XII a.).

Sollte vielleicht der S. 519 angeführte Glimmer in Formen von Cyanit gleichzeitig mit diesem aus Andalusit hervorgegangen sein?

Glimmer in Formen von Turmalin.

	I. Turmalin.		II. Glimmer.	III.
Spec. Gewicht . .	3,055		2,831	—
Kieselsäure . . .	36,70		48,78	—
Thonerde	35,35		32,36	36,33 (Thonerde + Eisenoxyd)
Eisenoxyd . . .	11,25		3,06	
Kalkerde	0,75		0,29	—
Magnesia	4,56		1,28	1,50
Alkali	11,09 (Alkali, Borsäure, Fluor)	Kali	10,25	5,87
Borsäure		Natron	1,55	1,30
Fluor			—	—
Glühverlust . . .	0,30	Wasser	2,43	—
	100,00		100,00	

I. Schwarzer Turmalin. Er war ziemlich weich, also nicht mehr frisch.

II. Silberweifser Glimmer, der mit diesem verwachsen und ohne Zweifel aus ihm hervorgegangen war. Beide Analysen von Rammelsberg, die derselbe auf meine Bitte unternommen hat[1]).

III. Ocherbrauner Glimmer in Formen von Turmalin. Letzterer war durch und durch zersetzt und dunkelocherbraun. Der Glimmer befand sich nicht blos auf der Oberfläche in Schuppen, sondern auch auf den Bruchflächen in ganz kleinen Blättchen. Da das Material zu einer vollständigen Analyse nicht hinreichend war: so beschränkte ich mich blos auf die Bestimmung der Basen. Kochende Salzsäure zog aus diesem Glimmer 1,51 % Thonerde und

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXI. S. 38.

Eisenoxyd und Spuren von Kalk und Magnesia. Nach 48-stündigem Digeriren mit Schwefelsäure wurden noch 1,23% Thonerde und Eisenoxyd und 1,5% Magnesia ausgezogen. Auch durch Flufssäure wurde dieser Glimmer sehr schwierig zersetzt. Bemerkenswerth ist, die Thonerde neben Eisenoxyd zu finden, da bei der Umwandlung des Turmalin in Glimmer von beiden Basen ein Theil ausgeschieden wird. Die nahe gleichen Quantitäten Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia in II und III zeigen, dafs die Umwandlungsprocesse in beiden Fällen dieselbe Richtung genommen haben.

Rammelsberg[1]) fand, dafs der rothe Turmalin von *Rozena* in *Mähren* grofsentheils undurchsichtig, wenig glänzend, nicht sehr hart, mit Lepidolithschuppen gemengt und in seiner Zusammensetzung von den übrigen rothen Turmalinen abweichend, ohne Zweifel in Umwandlung begriffen war. Dies veranlafste ihn, auch den begleitenden Lepidolith einer Analyse zu unterwerfen.

	IV.	V.	VI.	VII.
Fluor	2,70	7,12	7,47	8,16
Phosphorsäure .	0,22	0,16	0,13	—
Kieselsäure . .	41,16	51,70	46,52	48,65
Borsäure . . .	8,56	—	—	—
Thonerde . .	41,83	26,76	21,81	17,67
Eisenoxyd . .	—	—	4,78	—
Eisenoxydul .	—	—	6,80	14,57
Manganoxydul .	0,97	1,29	1,96	1,24
Kalkerde . . .	—	0,40	—	—
Magnesia . . .	0,61	0,24	0,44	0,53
Kali	2,17	10,29	9,09	8,60
Natron . . .	1,37	1,15	0,39	0,71
Lithion . . .	0,41	1,27	1,27	2,41
	100,00	100,38	100,66	102,54

IV. Rother Turmalin von *Rozena.*

V. Lepidolith, welcher jenen begleitet.

VI. Grofsblättriger mit Quarz gemengter Lepidolith, nach Rammelsberg[2]).

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXI. S. 17 und 39.

[2]) Ebend. S. 44.

VII. Lepidolith von *Zinnwald*, nach Stein[1]).

Rammelsberg[2]) berechnet das Sauerstoffverhältniſs der starken Basen, der schwachen Basen und der Kieselsäure im Glimmer von *Zsidovacz* in *Ungarn* nach Kussin = 1: 9: 12 (S. Q. = 0,833), im Glimmer von *Utö*, *Broddbo*, *Fahlun*, *Kimito* und *Ochotzk* nach H. Rose = 1 : 12: 15 (S. Q. = 0,866). Es ist daher die Zusammensetzung des ersteren Glimmer analog der Gruppe IV der Turmaline, die Zusammensetzung der letzteren Glimmer analog der Gruppe V. (S. 558.)

In den von ihm analysirten 30 Turmalinen ist Natron gegen Kali durchgängig vorherrschend. In den braunen und schwarzen beträgt das Maximum des Natron 2,37%, des Kali 0,73 und das Maximum beider Alkalien 2,84%. In den grünen und rothen Turmalinen beträgt das Maximum des Natron 2,6%, des Kali 1,3%, des Lithion 1,47% und das der drei Alkalien 4,52%. Die Umwandlung in Glimmer fordert daher eine Verdrängung des Natron durch Kali, welche aus einer Zersetzung des Natronsilicat durch kohlensaures Kali in Gewässern leicht zu erklären ist (Kap. I. No. 38). Da aber dadurch die, namentlich in den meisten Kaliglimmerarten vorhandene Menge Kali nicht erreicht wird: so muſs noch mehr von diesem Alkali aufgenommen werden.

Die gröſste Menge Kalkerde in genannten Glimmern beträgt 1,81, meist sinkt sie aber unter 1% herab. Durch Zersetzung ihres Silicats mittelst kohlensaurem Kali (Kap. I. No. 5) würde abermals etwas Kalisilicat geliefert werden.

Die Vergleichung von II mit I zeigt, daſs die Borsäure gänzlich, das Eisenoxyd und die Magnesia gröſstentheils und auch ein Theil der Thonerde ausgeschieden wurden. Dadurch muſsten zwar die übrigen Bestandtheile relativ zunehmen; da aber die Kieselsäure bedeutend zugenommen hat: so läſst sich aus einer relativen Zunahme der alkalischen Silicate der bedeutende Gehalt an Alkalien in II nicht erklären. Die Abnahme des spec. Gewichts in Folge der Umwandlung des Turmalin I in den Glim-

[1]) Polytechnisches Centralblatt 1847. No. 23.

[2]) A. a. O.

mer II zeigt, dafs von den Bestandtheilen des ersteren 7,33 % ausgeschieden werden konnten, ohne dafs eine Verminderung des Volumens eintrat.

Aus diesen Betrachtungen ergibt sich, dafs der Umwandlungsprocefs der schwarzen Turmaline in Glimmer noch im Dunkeln schwebt. Es sind noch viele pseudomorphe Glimmer in Formen von Turmalin zu analysiren, ehe wir hierüber ins Klare kommen werden.

Auf das beständige Zusammenvorkommen von Glimmer und Eisenoxydhydrat an veränderten Stellen der Turmaline haben wir S. 566 aufmerksam gemacht. Auf dem pseudomorphen Glimmer III bildete das ausgeschiedene Eisenoxyd sogar einen Ueberzug. Wandeln sich eisenreiche Turmaline in Kaliglimmer um: so mufs eine Ausscheidung von Eisen stattfinden. An eben genanntem Orte wurden auch dunkelgefärbte Glimmer, ohne Zweifel aus Turmalin hervorgegangen, angeführt: die Analyse hat zu entscheiden, ob diese Glimmer, wie zu vermuthen, eisenreiche Magnesiaglimmer sind. Bei Bildung solcher Glimmer würde daher der Umwandlungsprocefs eine andere Richtung genommen haben.

Die Vergleichung des rothen Turmalin IV mit den Lepidolithen V, VI und VII zeigt, dafs bei der Umwandlung des ersteren in letzteren gleichfalls die Borsäure gänzlich und die Thonerde in bedeutender Menge ausgeschieden und dagegen Fluor und Alkalien aufgenommen wurden. In VI und VII wurde auch viel Eisenoxyduloxyd aufgenommen, welche Aufnahme aus einer theilweisen Verdrängung der Thonerde durch letzteres erklärt werden kann (Kap. I. No. 49). Uebrigens gelten auch hier die bei der Umwandlung der schwarzen Turmaline in Glimmer gemachten Bemerkungen.

Da in IV das Kali mehr als das Natron beträgt, in allen andern Turmalinen aber das umgekehrte Verhältnifs stattfindet: so bestätigt sich die Vermuthung Rammelsbergs, dafs IV schon in Umwandlung begriffen war. Diese Umwandlung hatte daher mit einer Verdrängung des Natron durch kohlensaures Kali begonnen und war schon gröfstentheils von Statten gegangen.

Glimmer in Formen von Wernerit (S. 527).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure .	65,82 [1])	46,75	42,59	44,49	52,63	49,5
Thonerde . .	27,37	26,15	21,68	24,91	29,46	27,5
Eisenoxyd . .			10,39	4,84	5,72	—
Manganoxyd .	—	—	0,75	—	—	—
Kalkerde . .	—	—	0,26	2,14	2,52	15,0
Magnesia . .	0,42	15,78	10,27	0,36	0,43	—
Kali	5,77	5,64	8,45	6,71	7,94	—
Natron . . .	0,42	0,82	—	1,11	1,30	8,0
Fluorcalcium .	—	—	1,07	—	—	—
Kohlens. Kalk	—	—	—	11,11	—	—
Wasser . . .	0,20	0,63	3,35	3,44	—	—
Verlust . . .	—	4,23	—	—	—	—
	100,00	100,00	98,81	99,11	100,00	100,0

I. Glimmer in Formen von Wernerit von *Arendal*, nach meiner Analyse. Er wurde nicht durch Schwefelsäure zersetzt.

II. Glimmer in Formen von Wernerit von *Pargas*, nach meiner Analyse. Er wurde von Schwefelsäure vollständig zersetzt. Der bedeutende Verlust rührte davon her, dafs ich nur eine sehr geringe Menge zur Analyse verwenden konnte [2]).

Beide Glimmer waren grünlichweifs und veränderten nicht ihren Glanz durch Glühen; sie werden aber silberweifs. Sie brausten sehr stark mit Säuren.

Ein mit Wernerit verwachsener Kalkspath von *Pargas*, der an einer Stelle eine kleine Glimmertafel enthielt, löste sich in verdünnter Salzsäure nicht ganz auf. Der Rückstand schien Wernerit mit einigen Glimmerplättchen zu sein. Der durch Digeriren mit Salzsäure aufgeschlossene Wernerit enthielt Spuren von Magnesia.

III. Glimmer von *Pargas* nach Svanberg. Dies ist der einzige, welcher von diesem Fundorte analysirt wurde.

IV. Grünlichweifser vollkommen durchsichtiger Glim-

[1]) Wurde aus dem Verluste bestimmt.

[2]) Vorher wurde er mit Salzsäure digerirt, wodurch Thonerde ohne merklichen Eisengehalt, viel Kalk und eine Spur von Magnesia ausgezogen wurden.

mer nach Wernerit von *Arendal*, nach G. vom Rath[1]). Nicht blos die Oberfläche des Krystalls war mit Glimmerblättchen bedeckt, sondern auch das Innere war davon erfüllt. Zwischen letzteren Glimmerblättchen fanden sich Quarz, kleine Eisenkieskrystalle und zuweilen eine kaum spaltbare, weiche grüne Masse, welche ein Uebergang in Glimmer zu sein scheint. Kohlensaurer Kalk war mit dem Auge nicht zu erkennen. Fluor war nicht vorhanden.

V. Derselbe Glimmer nach Abzug des Wassers und der kohlensauren Kalkerde.

VI. Normale Zusammensetzung des Wernerit.

Aus vorstehenden Analysen ergibt sich zunächst, dafs der Wernerit zur Umwandlung in Kali- wie in Magnesiaglimmer geeignet ist. Vergleicht man I, so unvollkommen auch diese Analyse ist, mit dem zersetzten Wernerit I (S. 532): so ist eine Aehnlichkeit nicht zu verkennen, und es ist daher wahrscheinlich, dafs dieser Wernerit in der Umwandlung von Glimmer begriffen war. Wäre das noch rückständige Kalksilicat in ihm durch kohlensaures Kali in Kalisilicat umgewandelt worden (Kap. I. No. 5): so würde wahrscheinlich Glimmer entstanden sein.

G. vom Rath macht aufmerksam, dafs in V und VI dasselbe Verhältnifs der Kieselsäure zur Thonerde stattfindet, dafs sich statt des Natron in VI, die gleiche Menge Kali und noch etwas überschüssiges Natron in V zeigt, dafs endlich das ursprüngliche Mineral 12,48 % verlor, das

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XC. S. 288 ff. Die Abweichung dieser Analyse von I rührt zum Theil davon her, dafs ich den Glimmer vor der Analyse mit Salzsäure und Schwefelsäure extrahirt hatte, um den kohlensauren Kalk und andere zufällige Substanzen zu entfernen. Durch die Salzsäure wurden eisenhaltige Thonerde, viel Kalk und etwas Magnesia, durch die Schwefelsäure 3,19 % eisenhaltige Thonerde und 0,42 % Kalk extrahirt. Da mir gleichfalls nur eine sehr geringe Menge Material zu Gebote stand: so war meine Aufmerksamkeit besonders auf die Ermittelung gerichtet, ob dieser Glimmer Kali- oder Magnesiaglimmer war. G. vom Rath war mit einer reichlichen Menge dieses pseudomorphen Glimmer versehen; daher ist seine Analyse gewifs exacter als die meinige. Uebrigens stimmen beide darin mit einander überein, dafs der Glimmer in Formen von Wernerit von *Arendal* Kaliglimmer ist.

Umwandlungsproduct dagegen nur 5,72 % aufnahm. Da aber letzteres ein gröfseres specif. Gewicht als ersteres hat: so mufste beim Krystallisiren des Glimmer eine Contraction stattfinden. Die Zuführung des Eisenoxyd denkt er sich so, dafs sich Eisenoxydulbicarbonat, welches durch Gewässer zugeführt wurde, oxydirte, und dafs dessen Kohlensäure das Kalksilicat zersetzte, wodurch sich Kalkbicarbonat bildete, welches fortgeführt wurde, während Eisenoxydsilicat an seine Stelle trat.

Wir haben gesehen (Kap. I. No. 50), dafs Eisenoxydhydrat zersetzend auf Kalksilicate wirkt, indem ein Doppelsilicat aus Kalkerde und Eisenoxyd entsteht. Es ist daher denkbar, dafs die frei werdende Kohlensäure des Eisenoxydulcarbonat die Kalkerde dieses Doppelsilicats ergreift und sie als Bicarbonat fortführt, während Eisenoxydsilicat zurückbleibt. Die Umwandlung des Natronsilicat im Wernerit in das Kalisilicat des Glimmer findet ihre Erklärung in der Kap. I. No. 38 nachgewiesenen Zersetzung des Natronsilicat durch kohlensaures Kali.

Zwischen II und III zeigt sich einige Aehnlichkeit in der Zusammensetzung, welches bemerkenswerth ist, da beide Glimmer von gleichem Vorkommen und beide Magnesiaglimmer sind. Die Umwandlung des Wernerit in Magnesiaglimmer wird begreiflich, wenn in den Gewässern, welche die Umwandlung bewirkt haben, neben kohlensaurem Kali Magnesiabicarbonat vorhanden war (Kap. I. No. 16).

Die Umwandlung des Wernerit in Kaliglimmer besteht demnach darin, dafs auf ersteren Gewässer, welche kohlensaures Kali und Eisenoxydulbicarbonat enthalten, wirken.

Enthalten die Gewässer gleichzeitig Magnesiabicarbonat: so zersetzt dieses das Kalksilicat, wodurch Magnesiasilicat und Kalkbicarbonat entstehen. Ersteres tritt in die Mischung und letzteres wird von den Gewässern fortgeführt. Bei dieser Zersetzung mag nach Kap. I. No. 49 das Eisenoxyd sich mit der Thonerde in die Kieselsäure theilen und Thonerde-Eisenoxydsilicat gebildet werden.

U m w a n d l u n g des B e r y l l in G l i m m e r und Q u a r z. In einem grobkörnigen Granit, der in *Heidelberg*

durch den Wegbau aufgeschlossen wurde, fand Blum[1]) kleine Berylle meist in einem veränderten Zustande und an einigen Stellen sogar, mit Beibehaltung der Form, ganz in ein Gemeng von Glimmer und Quarz umgewandelt. Die Glimmerblättchen sind grünlich und röthlich, und mit etwas Rotheisenrahm überzogen. Das Ende eines Krystalls ist noch unverändert, während am anderen Quarz nur Glimmer die ganze Masse ausmachen. Eine beginnende Umänderung in Glimmer findet man auch zuweilen an den Beryllen aus *Baiern*. Ein Exemplar enthält sehr viel Glimmerblättchen eingemengt und ist an vielen Stellen mit solchen bedeckt. Auch der Beryll von *Royalstone* in *Massachusets* zeigt da, wo er trübe ist, ein Gemeng mit Glimmer. Selbst am Smaragd aus *Sibirien* bemerkt man meist, wie die Enden der Krystalle sich in Glimmer verlaufen. Mit der Lupe erkennt man leicht ein Gemeng aus Glimmer und Smaragd. G. Rose theilte mir mit, dafs Berzelius in seiner Beschreibung und Untersuchung der Mineralien von *Finbo* bei *Fahlun* Krystalle von Beryll, ein bis mehrere Zoll grofse, welche ganz in Glimmer umgewandelt waren, unter dem Namen Pseudosmaragd anführt. G. Rose sah sie 1821 in *Stockholm*.

Folgende Analysen von Hugo Müller[2]) werfen einiges Licht auf diese Umwandlungen des Beryll.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	67,0	67,4	58,8	66,90
Thonerde	19,8	20,0	24,7	18,45
Beryllerde . . .	13,2	12,0	10,2	12,20
Eisenoxyd . . .	0,8	0,3	2,6	2,95
Wasser	—	—	2,5	—
	100,8	99,7	98,8	100,50

I. Beryll aus dem Pegmatit (Schriftgranit) von *Sägemühle* südlich vom *Fichtelgebirge*.

II. Beryll von *Schwarzenbach* ebendaselbst.

III. Zersetzter Beryll von *Sägemühle*.

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 42.

[2]) Correspondenzblatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in *Regensburg*. 1852. S. 70 ff.

IV. Beryll von *Heidelberg* nach Bornträger[1]), welcher sehr nahe mit I und II übereinstimmt.

Die Zersetzung des Beryll besteht also wesentlich in einer Abscheidung von Beryllerdesilicat und Kieselsäure[2]). Seine Umwandlung in Glimmer setzt gleichfalls eine solche Abscheidung und Aufnahme von alkalischen Silicaten voraus. Da die Beryllerde von alkalischen Bicarbonaten aufgelöst wird, und diese im Granit als Zersetzungsproducte des Feldspath auftreten: so ist ihre Fortführung leicht zu begreifen. Die Beryllmassen aus dem Pegmatit sind von Sprüngen durchzogen, die zum Theil mit Quarz erfüllt sind. Häufig sind sie mit Feldspath gemengt und darin einzelne Glimmerlamellen. Blum bemerkt, dafs die Beryllsubstanz manchmal beinahe gänzlich verschwunden ist, so dafs der Raum entweder ganz leer oder theilweise mit einem porösen Aggregat von Quarzkörnchen oder Quarzkryställchen erfüllt ist. Zur Bildung von Glimmer fehlte es hier wahrscheinlich an Kali.

Umwandlungen des Glimmer. Umwandlung des Magnesiaglimmer in Kaliglimmer. Ich bemerkte (S. 576 ff.), dafs bei Behandlung eines aus Fahlunit hervorgegangenen Glimmer mit Schwefelsäure weifse silberglänzende Blättchen zurückblieben, und dafs sich dasselbe bei gleicher Behandlung des Glimmer in mehreren Glimmerschiefern (aus dem *Zillerthal* I und von *Libethen* in *Ungarn* II; siehe Bd. III. Kap. Glimmerschiefer) zeigte.

Aus diesen Analysen ergaben sich folgende Resulate:

1) Schwefelsäure extrahirt um so mehr Basen, je mehr die Magnesia beträgt. Aus I extrahirte sie alle Basen, aus II fast alle; in beiden Glimmerschiefern ist aber auch der Magnesiagehalt am gröfsten. In den übrigen nimmt die Menge der ausgezogenen Basen ziemlich nahe mit der Menge der Magnesia ab.

2) Thonerde, Eisenoxydul und Magnesia werden stets in viel gröfserer Menge von der Schwefelsäure extrahirt als die Alkalien. Diese Säure zersetzt also die alkalischen

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1851. S. 185.

[2]) Bei gänzlicher Zersetzung des Beryll bleibt Kaolin zurück.

Silicate viel schwieriger als die Silicate der Thonerde, des Eisenoxydul und der Magnesia.

Dies stimmt damit überein, dafs der reine Kaliglimmer überhaupt nicht von Schwefelsäure und selbst von Flufssäure nur sehr schwierig zersetzt wird. Dem Magnesiasilicat ist demnach nicht nur nicht die schwierige Zersetzbarkeit des Glimmer zuzuschreiben, sondern dieses Silicat befördert die Zersetzung desselben um so mehr, je mehr es beträgt. Jene schwierige Zersetzbarkeit scheint vorzugsweise von den alkalischen Silicaten herzurühren, und defshalb wird der reine Kaliglimmer unter allen Glimmerarten am schwierigsten zersetzt.

Die Möglichkeit ist demnach zu begreifen wie aus Magnesiaglimmer Kaliglimmer werden kann. Eine solche Umwandlung im Mineralreiche würde als Resultat einer auch noch auf den Magnesiaglimmer ausgedehnten Reaction der Atmosphärilien erscheinen (S. 701). Der minder schwierig zersetzbare Magnesiaglimmer würde in den viel schwieriger zersetzbaren Kaliglimmer übergehen. Concentrirte sich aber das Ausgeschiedene an gewissen Stellen: so konnte durch Aufnahme von Magnesia- und Eisenoxydulsilicat der Kaliglimmer in Magnesiaglimmer übergehen; denn dieser kann als eine Verbindung des Kaliglimmer mit diesen Silicaten betrachtet werden. Beide Glimmerarten können indefs auch gleichzeitige, aus demselben Material entstandene Bildungen sein, indem sich hier die Bestandtheile des Kaliglimmer, dort die des Magnesiaglimmer gruppirten und solche Verwachsungen hervorbrachten, wie wir sie wirklich finden (S. 709 ff.).

Umwandlung des Glimmer in Speckstein Talk, Serpentin. Sie beginnt an den Seitenflächen und setzt sich zwischen den Spaltungsflächen, dem Laufe der Gewässer folgend, fort [1]). Daub [2]) fand im Feldsteinporphyr den Glimmer in eine gelblich grüne Masse, wahrscheinlich Speckstein zersetzt; Theilchen der Blättchen waren darin noch zu erkennen (Kap. XL).

Auf den unmerklichen Uebergang des Glimmer in

[1]) Blum erster Nachtrag. S. 73 ff.

[2]) Jahrb. für Mineral. 1851. S. 4.

Talk, der sich auch beim unmerklichen Uebergange des Glimmerschiefer in Talkschiefer zeigt, macht schon C. G. Gmelin[1]) aufmerksam.

Auch in Serpentin umgewandelt findet sich der Glimmer zu *Sommerville*[2]). Von diesen Umwandlungspseudomorphosen gilt im Allgemeinen, was von der Umwandlung des Glimmer in Speckstein bemerkt wurde; beide Processe gehören ganz in dieselbe Kategorie. Auch diese Pseudomorphosen kommen im Gemenge mit Kalkspath und unverändertem Glimmer vor.

Nach der Analyse von Lewinstein[3]) hat dieses Umwandlungsproduct folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure . . .	47,24
Thonerde	2,32
Eisenoxydul . . .	1,10
Magnesia	33,23
Kali	0,57
Natron	0,67
Wasser	14,87
	100,00

Sie nähert sich also der theoretischen Zusammensetzung des Serpentin.

Umwandlung des Glimmer in Magneteisen. W. Haidinger[4]) beschreibt eine solche sehr interessante Umwandlung eines hexagonalen Glimmer aus dem *Fassathal*. Sie erscheint in Form von hexagonalen Tafeln, die aus vielen kleinen Rautendodekaedern von Magneteisen der Art zusammengesetzt sind, dafs deren rhomboedrische Zwischenaxen der Hauptaxe des früher vorhandenen Glimmer parallel stehen, dafs die der rhomboedrischen Zwischenaxe parallelen Rautendodekaederflächen die Lage der Prismenflächen des Glimmer haben und die trigonalen Ecken der Magneteisenkrystalle als kleine dreiseitige Pyramiden auf der basischen Fläche des Glimmer stehen.

1) Poggendorff's Ann. Bd. VI. S. 226. Vergleiche Rammelsberg Supplement II. S. 144.

2) Erster Nachtrag. S. 79 ff.

3) Jahresber. 1860. S. 774.

4) Jahresber. 1852. S. 899.

Wir enthalten uns irgend eine Vermuthung über diesen pseudomorphischen Procefs auszusprechen. Selbst eine Analyse des noch unveränderten Glimmer, ob er zu den eisenreichen gehöre, würde kaum zu einer Erklärung führen.

Die dem Glimmer so nahe stehenden Mineralien, Serpentin, Speckstein und Talk, welche nur als Umwandlungsproducte anderer Mineralien auftreten, sind es vorzugsweise, in welche er sich umwandeln kann. Nur ein einziges Beispiel einer Verdrängung des Glimmer durch ein anderes Mineral, nämlich durch Hornstein, liegt vor (Kap. XLII). So lange aber nicht andere Verdrängungen dieser Art aufgefunden werden, erscheint es sehr gewagt, aus einer isolirt dastehenden Erscheinung, welche vielleicht auf einer Täuschung beruhen kann, Schlüsse ziehen zu wollen.

Von der äufserst seltenen Zersetzbarkeit des Glimmer war schon oben (S. 701 ff.) die Rede.

Kapitel XXXVIII.

Chlorit.

Vorkommen. Er findet sich im Chloritschiefer, der zu den weniger verbreiteten Gesteinen gehört, ferner im Kalkstein und im Sandstein *Estlands* mit fossilen Thieren und Fischzähnen, in Spalten, in Drusenräumen und auf Erzgängen. Oft überkleidet er die Krystalle von Kalkspath, Bergkrystall, Feldspath, Axinit, Titanit, Periklin u. s. w. Er zeigt überhaupt eine Neigung, sich anderen Mineralien beizugesellen und ihnen eine grüne Farbe zu ertheilen. Selbst Gesteine, wie z. B. der Diabas[1]), verdanken ihre grüne Farbe dem Chlorit.

Nach Delesse[2]) ist der sog. Topfstein ein Aggregat verschiedener Mineralien; eine Varietät, welche er als Chlorittopfstein unterscheidet, besteht vorzugsweise aus Chlorit.

Zusammensetzung. Seine wesentlichen Bestandtheile sind Thonerde-, Eisenoxyd-, Eisenoxydul- und Magnesiasilicat und Wasser. Kalksilicat fehlt ihm. Manchmal enthält er geringe Mengen Eisenoxyd. Rammelsberg[3]) versuchte die relativen Mengen Eisenoxydul und Oxyd in den Chloriten zu bestimmen, um zu einer bestimmteren Deutung ihrer Zusammensetzung zu gelangen. Danach sind die Sauerstoffantheile im Chlorit und im Ripidolith berechnet und die Analysen des Chlorit von Brüel, v. Kobell und Varrentrapp und des Ripidolith von Varrentrapp corrigirt worden.

[1]) Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralogie von Volger 1854. S. 83.

[2]) Jahresber. 1856. S. 865.

[3]) Suppl. IV. S. 34.

	Chlorite.						Ripidol
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kieselsäure . .	31,47	31,14	30,38	33,67	31,34	30,01	25,37
Thonerde . . .	16,67	17,14	16,97	20,37	17,47	19,11	18,50
Eisenoxyd . .	3,36	—	—	—	3,85	4,81	13,22
Eisenoxydul . .	2,95	4,55	4,55	6,37	—	—	16,89
Manganoxydul .	0,01	0,53	—	—	—	—	—
Magnesia . . .	32,56	34,40	33,97	29,49	33,44	33,15	17,09
Wasser . . .	12,43	12,12	12,63	10,10	12,60	12,52	8,96
	99,45	99,88	98,50	100,00	98,70	99,60	100,03
Sauerstoffquot. .	1,375	1,430	1,428	1,842	1,395	1,516	1,607

I. Chlorit vom *Zillerthal* in *Tyrol,* nach Brüel.

II. Chl. von *Achmatowsk* im *Ural,* nach v. Kobell.

III. Chl. ebendaher, nach Varrentrapp.

IV. Chl. in grofsen, gleichförmigen, grünen, sechseckigen Tafeln von *Brosso* in *Piemont,* nach Damour.

V. Krystallisirter Chl. (wurmförmiger Chl., Helminth, von *Volger* so benannt) aus dem *Alathal,* nach Marignac; er enthält 1,69 % Chromoxyd.

VI. Ein in grünen Platten bei *West-Chester* in *Pennsylvanien* gefundenes glimmerähnliches Mineral, welches jedoch in chemischer Beziehung unzweifelhaft zum Chlorit gehört, nach Blake, welcher es Klinochlor nennt.

VII. Ripidolith vom *St. Gotthardt,* nach Varrentrapp. Den von *Komonen* benannten Leuchtenbergit, welcher bei *Slatoust* vorkommt, gehört nach Hermann zum Ripidolith.

Die S.-Q. wurden berechnet, um beispielsweise die Schwankungen in der chemischen Constitution der Chlorite und Ripidolithe anschaulich zu machen. Neuere seit der Erscheinung der ersten Auflage angestellte Analysen tragen wenig dazu bei, um mit nur einiger Wahrscheinlichkeit einen normalen S.-Q. festsetzen zu können. Der Chlorit wie der Glimmer gehören zu den Mineralien, in welchen gleiche physikalische Eigenschaften an eine sehr schwankende chemische Constitution geknüpft sind.

Das Schwankende in den Chlorit- und Ripidolith-

I, II, III und VII Rammelsberg's Handwörterbuch. S. 155; IV Jahresber. 1857. S. 680. V Ann. de chim. et phys. Ser. III. T. X. p. 430; VI Americ. Journ. of sc. Vol. XII. p. 339, Vol. XIII. p. 222.

Analysen mag zum Theil auch von der aufserordentlichen Theilbarkeit des Chlorit, welche die Ablagerung fremder durch die Gewässer eingeführter Substanzen gestattet, herrühren. Eben dieser Umstand erleichterte aber auch chemische Veränderungen, welche im Laufe der Zeit eingetreten sind.

Chlorit wird von concentrirter Schwefelsäure zerlegt. Salzsäure greift ihn vor dem Glühen fast gar nicht, nach demselben ziemlich stark an.

Chlorit in Formen anderer Mineralien. Die Umwandlung des Granat (S. 591)[1]) und der Hornblende (S. 674) in Chlorit, wobei die Kalkerde ausgeschieden wird, zeigt die Möglichkeit seiner Entstehung auch aus andern Kalksilicate haltenden Mineralien. Von einer möglichen Umwandlung des Wernerit und Epidot in Chlorit war (S. 538) die Rede. Auch alkalische Mineralien wie der Turmalin (S. 564) sind zu einer solchen Umwandlung fähig. Da Feldspath gleichfalls in Chlorit umgewandelt werden kann (S. 414), so begreifen wir, wie Chloritbildungen in den meisten Gebirgsgesteinen, z. B. im Thonschiefer, stattfinden können.

Ein von Delesse[1]) analysirter dunkelgrüner Chlorit aus dem Serpentin vom *Col de Pertuis* in den *Vogesen* enthielt etwas Granat, aus dessen Metamorphose er hervorgegangen zu sein scheint. Er bestand aus: Kieselsäure 33,23; Thonerde 14,78; Chromoxyd 1,49; Eisenoxyd 6,28; Manganoxydul 1,39; Magnesia 30,76; Kalkerde 1,86; Wasser 10,21. Seine Zusammensetzung stimmt daher ziemlich mit der der oben angeführten Chlorite überein. Die Gegenwart von Kalkerde spricht für seine Entstehung aus Granat.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Verdrängungs-Pseudomorphosen durch Chlorit.

Chlorit nach Quarz. Blum[2]) beschreibt eine solche Pseudomorphose aus dem *Pfitschthale*. Beide Substanzen bilden ein wahres Gemenge; im Innern scheint jedoch der Chlorit vorzuherrschen. Die Flächen des Quarzes sind drusig.

Chlorit in Formen von Flufsspath von *Berg-*

[1]) Ann. des mines. Sér. IV. T. XVIII. p. 321.

[2]) Dritter Nachtrag. S. 232.

giefsübel in *Sachsen* nach Blum[1]). Theils findet sich noch in diesen Pseudomorphosen ein Kern von Flufsspath, theils bestehen sie ganz aus Chlorit. Bei den octaedrischen Formen kann man die Verdrängung recht gut verfolgen, indem dieselben entweder mit einer Rinde von Chlorit überzogen sind, oder dieser mehr oder minder in das Innere eingedrungen ist, meist in der Richtung der Spaltungsflächen. Auf gleiche Weise ist der Chlorit zwischen die körnigen Aggregate von Flufsspath eingedrungen, so dafs ein vollkommenes Gemeng von Flufsspath und Chlorit entstanden ist. Manchmal kann man die Spaltungsrichtung von einzelnen Individuen, trotz der Einmengung von Chlorit, noch gut verfolgen.

Chlorit nach Kalkspath am *Büchenberg* bei *Elbingerode* am *Harz*, nach Sillem[2]). Die Kalkspath-Rhomboeder umschliefsen zum Theil noch einen Kern von Kalkspath, zum Theil sind sie im Innern hohl, und bei einigen sind Lamellen des Chlorit in ihre Spaltungsflächen eingedrungen. Der blätterige Chlorit ist schwärzlichgrün und gröfstentheils überzogen mit einer Rinde von Eisenoxydhydrat.

Volger[3]) gibt von diesen Verdrängungs-Pseudomorphosen nach einer Suite von 28 Stufen, welche die verschiedensten Zustände mit allmäligen Uebergängen zeigen, nähere Beschreibungen. Sie kommen in Drusen vor, meist füllen sie aber Klüfte aus; die Kalkspathmasse ist von beiden Kluftflächen deutlich abgesondert, und mit zum Theil nur papierdünnen Saalbändern versehen, welche aus dichtem Chlorit bestehen. An dem Saalbande einer Stufe sind Kalkspathstückchen, welche von Chloritknospen umschlossen waren, nachträglich von Gewässern fortgeführt worden und dadurch eckige hohle Räume entstanden, in denen etwas Eisenocker zurückgeblieben ist. Wo die Chloritsubstanz den Kalkspath ganz durchdrungen hat, da ist er intensiv grün, seine Spaltbarkeit tritt nicht mehr deutlich hervor, und der Bruch ist dicht und erdig.

[1]) Zweiter Nachtrag. S. 104.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1851. S. 395.

[3]) A. a. O. S. 89.

In mehreren Stücken sind die ehemals von Kalkspath erfüllten Räume mit erdigem Chlorit erfüllt; aus anderen ist der Kalkspath völlig verschwunden, ohne dafs erdiger Chlorit zurückgeblieben ist.

Albr. Müller beschreibt Drusenräume im Trappmandelstein am *Lake Superior*, welche mit Kalkspath ausgefüllt sind, der in einer dünnen Lage von Chlorit eingebettet ist. Hier und da sind diese Kalkspathmandeln zerfressen und die umgebenden Chloritblättchen dringen in das Innere derselben vor, oder sie haben den Kalkspath in anderen Mandeln bis auf geringe Reste oder ganz verdrängt.

Die von Sillem angeführten Verdrängungs-Pseudomorphosen von Chlorit nach Brauneisenstein existiren, nach Volger, bis jetzt noch nicht.

Chlorit in Formen von Magneteisen sollen nach Sillem[1]) gleichfalls am *Büchenberge* vorkommen. Volger[2]) zieht sie aber entschieden in Zweifel. Die bei *Fahlun* in *Schweden* vorkommenden mit Chlorit bedeckten Magneteisenkrystalle, welche Sillem für noch nicht vollendete Verdrängungs-Pseudomorphosen durch Chlorit hält, hält dagegen auch Blum[3]) für solche. Letzterer fand sogar in einem Exemplar eine gänzliche Verdrängung des Magneteisen; wo aber noch ein Magneteisenkern vorhanden ist, da ist die Oberfläche desselben rauh und uneben und an manchen Stellen ist der Chlorit ganz tief in die Masse eingedrungen. Nach Blum kommen solche Verdrängungs-Pseudomorphosen auch zu *Berggiefsübel* in *Sachsen* vor.

Da die Bestimmung der Löslichkeit des Magneteisen noch nachweisbar ist (Kap. XLII), so kann eine Fortführung desselben durch Gewässer leicht gedacht werden.

Wir verdanken Volger's Untersuchungen interessante Verhältnisse hinsichtlich der oben erwähnten Neigung des Chlorit sich anderen Mineralien beizugesellen, wovon wir das Wichtigste mittheilen.

[1]) A. a. O. S. 396 und 400.

[2]) Ebend. S. 112.

[3]) Zweiter Nachtrag. S. 106.

Eine Stufe aus dem *Kreuzlithal* in *Graubündten*, auf einem Gesteine sitzend, welches er als einen Chloritgneifs bezeichnen möchte, zeigt Folgendes [1]). Auf der einen Hälfte der Fläche befindet sich Kalkspath in kleinen Skalenoedern, auf der anderen in kleinen Rhomboedern. Beide Formen sind indefs nicht scharf von einander abgegrenzt, sondern sie liegen an der Grenze durcheinander, und es kommen sogar Rhomboeder in unmittelbarer Berührung mit Skalenoedern vor. Zwischen den Kalkspathkrystallen und dem Gesteine finden sich auch einzelne Adularkrystalle. Auf der ganzen Fläche befindet sich schuppiger Chlorit als ein zarter Anflug, zwischen den Kalkspath-Rhomboedern dagegen in dicken Lagen, aus denen theilweise nur einzelne Kanten und Ecken derselben hervorragen. Der Chlorit bildet häufig dünne dichte Krusten an einzelnen Krystallflächen, sowohl an den Rhomboedern als an Skalenoedern und ebenso an den Adularen.

Die Skalenoeder, welche von den Rhomboedern am entferntesten liegen, sind zum Theil farblos, zum Theil stellenweise durch eingedrungenen Chlorit grün gefärbt. Je weiter der Grenze der Rhomboeder genähert, desto mehr nehmen sie vorherrschend die grüne Farbe an. Ihre Flächen sind jedoch stets unbedeckt und spiegelnd, nur unter der Lupe zeigen sie sich angegriffen und mit zahllosen mit Chloritschuppen erfüllten Löchern versehen. Die Flächen der Rhomboeder sind hingegen bis auf wenige Ausnahmen völlig matt, zart, drusig und grün. Die Chloritblättchen liegen nicht etwa auf den Kalkspathflächen, sondern sie stecken offenbar in den Blätterdurchgängen. Bei den Skalenoedern zeigt sich nicht entfernt etwas Aehnliches. Gleichwohl sind auch von diesen viele ganz lauchgrün; der Chlorit ist aber nicht von den Flächen her eingedrungen, sondern von dem unregelmäfsigen Theile, mit welchem die Krystalle auf dem Gesteine sitzen. So sehr ist er indefs vorzugsweise nach den Spaltungsrichtungen eingedrungen, dafs eben dadurch oft in den Skalenoedern die innere Rhomboederform erkennbar wird. Manche Skalenoeder, welche auf den ersten Blick ganz lauchgrün aus-

[1]) A. a. O. S. 116.

sehen, zeigen sich bei genauerer Betrachtung theils farblos, theils nur schwach durchwölkt, während das in ihm steckende Kernrhomboeder auf einer oder mehreren Flächen intensiv grün belegt ist. Ein Krystall, dessen eine Hälfte die drei Rhomboederflächen besitzt, und diese dem Rhomboedergebiete zuwendet, ist auf diesen Flächen stark angegriffen und mit Chlorit besetzt, während die Skalenoederflächen der anderen Hälfte glänzend und rein sind. Im Innern erkennt man aber gleichsam die Ergänzung des Rhomboeders, indem vom Rande her nach dessen Flächen hin Chlorit eingedrungen ist. Wo sich auf einem Rhomboeder nur die geringste Zacke als ein Ansatz zu einem skalenoedrischen Zuwachse zeigt, da sind dessen, wenn auch noch so kleine Skalenoederflächen spiegelnd und frei von Chlorit. Die Rhomboederflächen waren demnach vorzugsweise geeignet, der Flüssigkeit, aus welcher sich Chlorit absetzte, das Eindringen zwischen die Spaltungsflächen zu gestatten. Hier setzten sich überall Chloritschüppchen ab und bildeten eine dichte Decke auf den Rhomboederflächen, während dies bei den Skalenoedern nur da geschehen konnte, wo die Lage derselben die Flüssigkeit zwang, auf einzelnen Flächen lange zu verweilen.

Die Kanten der Rhomboeder, deren Flächen mit Chlorit besetzt sind, erscheinen abgerundet, angefressen und hier sind sie auch frei von Chlorit; diese Zerfressung scheint daher nicht von der Chloritbildung herzurühren, sondern später stattgefunden zu haben. Die meisten Rhomboeder sind aber noch viel auffallender zerfressen; denn sie sind unter der Chloritdecke so völlig hohl, dafs nur papierdünne Gehäuse zurückgeblieben sind.

Bei vielen Rhomboedern ist die eine oder andere Fläche, auch eine Kante oder Ecke wie mit einer Nadel durchlöchert. Bei leiser Berührung mit einer Messerspitze zerbricht das zarte Gehäuse, und man erblickt einen hohlen Raum, an dessen Umgebungen ein schwarzbrauner Staub hängt, der auf Mangan reagirt. In einem solchen Gehäuse zeigte sich eine mit Chlorit besetzte Fläche; bei anderen waren noch rhomboedrisch zerbröckelnde Kalkspathreste vorhanden.

Volger[1]) beschreibt noch eine Kalkspathdruse, auf welcher kleine Quarzkrystalle sitzen. Sie ist zum Theil mit sehr feinschuppigem Chlorit (Helminth) bedeckt, der besonders in den Winkeln, welche die Krystalle mit einander machen und zwischen den Quarzkrystallen so reichlich vorhanden ist, dafs dieselben in ihm zum Theil wie eingebettet erscheinen. Dieser Helminth ist in alle Kalkspathkrystalle eingedrungen und hat eine etwa $1/4$ Linie dicke äufsere Lage derselben grün gefärbt. Auch die auf allen Flächen matten und rauhen Quarzkrystalle sind $1/8$ Linie tief von Helminth durchdrungen, während ihr Inneres wie das der Kalkspathe davon frei ist.

Sowie in den oben angeführten Verdrängungs-Pseudomorphosen des Chlorit in Formen von Kalkspath: so ist auch in den eben angeführten der Chlorit jünger als der Kalkspath, in welchen er eingedrungen ist.

Blum[2]) führt das Vorkommen einer chloritartigen Substanz als Versteinerungsmittel im Thonsteine des rothen Todtliegenden bei *Zwickau* in *Sachsen* an. Die Federchen, Blätter und Stiele von Neuropteris Grangeri bestehen ganz aus jener grünen chloritischen Masse. Auch Volger[3]) fand im sogenannten Muschelsandstein unweit *Zürich* Schnecken, welche durch Kalkspath versteinert waren. In vielen Fällen ist dieser aber gänzlich oder theilweise durch erdigen Chlorit verdrängt.

Ein grofses Hendyoeder vom weifsen Adular vom *St. Gotthardt* schliefst in seinem Innern einen Ogkoit (wulstförmigen Chlorit) und Eisenoxydul-Carbonat enthaltenden Kalkspath ein, der fast überall vom Ogkoit umgeben und an sehr vielen Stellen von diesem verdrängt ist, so dafs Ogkoitpartieen in ihn tief hinein ragen. Volger[4]) hält es für unzweifelhaft, dafs der Ogkoit früher dagewesen ist als der Adular. Zahllose kleine Krystalle der letzteren setzten sich am Ogkoit fest, vorzugsweise in den Vertiefungen zwischen den Tafeln, Wulsten und

[1]) A. a. O. S. 131.
[2]) Zweiter Nachtrag. S. 126.
[3]) A. a.. O. S. 134.
[4]) A. a. O.S. 146.

Knospen. So wie die Menge und Gröfse derselben sich vermehrte, vereinigten sie sich nach und nach zu einem grofsen Individuum, welches fortwuchs bis zu der Gröfse, in welcher es jetzt vorliegt; offenbar war es noch im Fortwachsen begriffen. Sehr viele Individuen sitzen noch ganz isolirt an den Ogkoit-Partieen; andere sind erst mit einer Fläche dem grofsen Hendyoeder angeschlossen. Der Kalkspath ist älter als der Ogkoit; denn im entgegengesetzten Falle hätten einige Ogkoit-Partieen vor der Existenz des Kalkspath in der Luft schweben müssen, und eine gröfsere Ogkoit-Partie, welche von der Hauptogkoitmasse ganz abgesondert am Adular haftet, würde ebenfalls vor der Existenz desselben jeder Stütze entbehrt haben. In diesem fast fingerbreiten Zwischenraume weisen Kalkspath-Ueberreste in völlig zernagtem Zustande deutlich nach, dafs dieser Raum vom Kalkspath einst erfüllt war, und dafs der Ogkoit sich an diesem angesiedelt hatte. Die oben beschriebenen Pseudomorphosen des Chlorit in Formen von Kalkspath lassen eine solche Verdrängung nicht auffallend erscheinen. Der verschwundene Kalkspath scheint nicht weit fortgeführt worden zu sein; denn zwischen den Tafeln des Ogkoit, an der vom Adular abgewendeten Seite der Stufe, finden sich häufig mit kleinen Adularkrystallen in Gesellschaft sehr zahlreiche kleine weifse Kalkspathkrystalle, welche ganz frisch und klar aussehen, und sich durchaus von jenem theilweise zerstörten, dem Ankerit ähnlichen Kalkspath unterscheiden. Das Eisenoxydulcarbonat des letztern hatte sich als Oxydhydrat ausgeschieden. Auch silberweifser Glimmer in sehr dünnen sechsseitigen Täfelchen findet sich vereinzelt auf dem Ogkoit. Er ist also jünger als dieser und auch als der Adular; denn er sitzt hier und da auf demselben.

In das grofse Adularhendyoeder sind hier und da äufserst geringe Rutilnädelchen eingeschlossen, und an einer Stelle befindet sich ein feines Netzchen von denselben, Titanitkryställchen, kaum bemerkbar, sitzen in grofser Menge auf den Flächen des Adular und zwischen der blättrigen Ogkoitmasse neben Kalkspathkryställchen und Adularhendyoederchen. Nahe an dem Rutilnetzchen fand

Volger einige kleine Helminthe, welche mit dem Ogkoit nicht verwechselt werden können.

Die Folge der Bildungen in der beschriebenen Stufe von den ältesten bis zu dem jüngsten ist: 1. Kalkspath, 2. Rutil, Ogkoit, 3. Adular, 4. Glimmer, Titanit, Kalkspath, Helminth.

Ein nicht minder lehrreiches Feldspathgestein, dessen eine Fläche sowie eine Seite seines Randes mit prächtigen Ogkoitwulsten besetzt ist, beschreibt Volger [1]). Es besteht aus einer sehr grofsen Menge der kleinsten Adularkryställchen, welche locker zusammengehäuft sind, so dafs überall feine eckige Poren zwischen ihnen bleiben. In diesen Poren zeigen sich die feinsten Gewebe äufserst zarter Rutilnädelchen, denen Spuren von Eisenocher anhängen. Das ganze Gestein ist mit langen Strahlsteinbüscheln durchwachsen; von diesem Mineral ist aber nichts mehr vorhanden. In den von ihm zurückgelassenen Räumen befindet sich Eisenocher und derselbe Ogkoit, welcher auf der Fläche des Gesteins sitzt. Hier ist also Ogkoit als Epigenese, vielleicht als Verdrängungs-Pseudomorphose in Räumen, die ehemals mit Strahlstein erfüllt waren. Volger ist überzeugt, dafs auch der Adular erst gebildet worden ist, nachdem der Strahlstein bereits zerstört worden war. Es bleibt ihm keine andere Annahme übrig, als die, dafs eine ganz andere spurlos verschwundene Masse einst den Raum dieses Gesteines einnahm. In dieser Masse lag der Strahlstein [2]); er wurde zerstört, Ogkoit setzte sich in den von ihm zurückgelassenen Räumen ab. Aber auch das Muttergestein selbst wurde zerstört, und während dieser Zerstörung wurde das körnige Adulargestein substituirt und Adularkryställchen schossen auch zwischen den Ogkoitblättern und in den hohlen Räumen an, welche der Strahlstein zurückgelassen hatte. Die Folge der Bildungen in diesem Feldspathgestein bezeichnet Volger: 1. Strahlstein, Rutil (vielleicht die einzigen Ueberreste des verschwundenen Gesteins), 2. Ogkoit, 3. Adular.

[1]) A. a. O. S. 153.

[2]) Er denkt an den Dolomit mit seinen Strahlsteinbüscheln.

Nachträglich fand Volger[1]) in der Mineraliensammlung zu *Zürich*, von welcher auch die obigen Stufen herrühren, ein Gestein, welches dem eben beschriebenen so vollkommen gleicht, dafs auf ein gleiches Vorkommen zu schliefsen ist. Dieses Gestein besteht indefs nicht aus einem so reinen krystallinisch-körnigen Feldspathgestein, sondern gröfstentheils aus einem dichten, dem Ankerit ähnlichen Kalkstein.

Die Betrachtung eines anderen Gesteins führte zu der Bildungsfolge, dafs Titanitkrystalle die Krystallflächen eines vorhanden gewesenen Kalkspath besetzten; endlich kam Adular hinzu, umschlofs den Titanit und der Kalkspath verschwand. Auf der einen Seite des Gesteins waren alle Adulare so mit Helminth überzogen, dafs man sie nur noch an ihrer Form erkennen konnte, letzterer war auch in das Innere der Adularkrystalle gedrungen.

Wo Titanite zwischen den Adularen hervorragen, da überziehen Helminthe ebenso ihre Oberfläche und dringen in das Innere. Im Allgemeinen sind jedoch die Titanite etwas freier von diesem Ueberzuge geblieben.

Ueber das Vorkommen des Helminth auf und in Bergkrystallen (vergl. S. 763) berichtet Volger Folgendes[2]): Eine Gruppe von solchen Krystallen vom *St. Gotthardt* ist nicht gleichmäfsig damit überzogen, indem einige fast völlig frei, andere zur Hälfte und nur sparsam, einige vollständig und so dicht von Helminthen bedeckt sind, dafs man nichts vom Quarz sieht. Wo sie massenhaft angesammelt sind, fehlt den Krystallen der Gipfel so vollständig, dafs von einer Pyramidenfläche nur noch ein Theil vorhanden, alles Uebrige unter dem dichten Haufwerke der Helminthe wie weggefressen ist. Selbst die ganze Pyramide ist an einem dicken Krystalle verschwunden, und auch die Prismenflächen sind in der Nähe des Gipfels tief ausgefressen. Wunderliche Flocken zusammengeknäuelter Helminthe finden sich in der Quarzmasse; manche ziemlich tief darin, andere der Oberfläche nahe, einige ragen zum Theil daraus hervor. In einem anderen Bergkrystall sind unzäh-

[1]) A. a. O. S. 546.

[2]) A. a. O. S. 165.

lige fadenartig gekräuselte Prismen von Helminth theils einzeln, theils zu verwirrten Flocken geballt und durcheinander geschlungen. Erkennt man die Richtung der Pyramidenflächen des Krystalls in der Krystallmasse: so sieht man, dafs sie es sind, welche die Vertheilung der Helminthe beherrschen. Auch Eisenglanztafeln liegen in denselben Richtungen, wie die Helminthflocken.

Die Helminthe können sich, nach Volgers Ansichten, nicht etwa periodisch beim Wachsen des mächtigen Bergkrystalls auf den jedesmaligen Oberflächen, die jetzt innere Flächen sind, abgesetzt haben. Diese inneren Flächen bezeichnen nur die mittlere Ebene eines jeden Helminthschwarms; denn Volger konnte nicht einen einzigen Helminth auffinden, welcher sich in seiner ganzen Länge einer solchen Ebene anschmiegte. Vielmehr winden sie sich von jeder solchen mittleren Ebene aus sowohl in die ältere als jüngere Krystallmasse hinein; gröfstentheils verlassen sie diese Ebene gänzlich.

Volger's genaue Beschreibung des Vorkommens der Helminthe in Bergkrystallen scheint es auch demjenigen, der solche Beobachtungen nicht angestellt hat, möglich zu machen, ein eigenes Urtheil sich zu bilden. Wenn aber die Erscheinungen so verwickelt sind wie im vorliegenden Falle: so ist dies schwierig. Es ist nicht etwa die grofse Dichtigkeit und die unvollkommene Spaltbarkeit der Bergkrystalle, welche uns abschreckt, das Eindringen von Flüssigkeiten in sie anzunehmen; denn im Kap. XLI (Zersetzung des Quarz) werden wir sehen, dafs Eisenoxydulsilicat im Quarz in Eisenoxydhydrat umgewandelt wird. Eingeschlossener Eisenspath erleidet dieselbe Umwandlung. Ohne das Eindringen von Wasser sind aber solche Zersetzungen nicht zu begreifen. Ueberdies zeigt das künstliche Färben der Onyxe, wie es zu *Oberstein* geschieht, entschieden, dafs färbende Flüssigkeiten in dieselbe dringen [1]). Dringen

[1]) So färbt man sie schwarz, indem sie wochenlang mit Honig, der mit Wasser verdünnt ist, und dann mit Schwefelsäure digerirt werden, welche die Verkohlung des eingedrungenen Honigs und dadurch die schwarze Färbung bewirkt. Dafs der Grad der Porosität

aber Flüssigkeiten in amorphen Quarz: so kann dies auch von krystallisirten gedacht werden, und um so mehr, da in diesen Spaltungsflächen, wenn auch noch so unvollkommene vorhanden sind.

Die Frage müssen wir aber aufwerfen, ob die von Volger beschriebene Lage der Helminthe gegen eine Bildung derselben während des Wachsens der Bergkrystalle durchaus spricht. Wenn solche Krystalle mit Helminthen überzogen wurden und sie hierauf fortfuhren zu wachsen, wenn, wie er anführt, Helminthe aus der Oberfläche hervorragten: so mufsten sich dieselben in die später abgesetzte Krystallmasse hineinziehen. Eben so konnten sie sich in die ältere Masse scheinbar ziehen, wenn sie die Quarzflächen ausgefressen hatten. Volger ist selbst geneigt, den Helminth für den Zerstörer des Quarzes zu halten.

In der oben genannten Gruppe von Bergkrystallen fand er einige Eisenspathrhomboeder, welche durch die sie umgebende Quarzmasse gegen Zersetzung geschützt wurden. Diese Rhomboeder und auch Ankerite sind stellenweise mit Helminth überzogen, der auch in das Innere gezogen ist. Sollten diese Helminthe gleichfalls erst nach der völligen Bildung der Bergkrystalle eingedrungen sein: so müfste man sich wundern, wie die Gewässer, welche sie abgesetzt haben, die so leicht zersetzbaren Eisenspathe und Ankerite verschont haben konnten.

Ist es daher nicht wahrscheinlicher, dafs diese Spathe vor ihrer Umhüllung durch Quarz mit Helminthen überzogen wurden, und dafs vorzugsweise dieser Ueberzug sie geschützt habe? In diesem Falle würden aber diese Helminthe vor der Quarzbildung abgesetzt worden sein,

der Onyxe sehr verschieden ist, geht daraus hervor, dafs einige schon in einigen Stunden, andere erst in einem Tage und manche gar nicht gefärbt werden. Citronengelb färbt man Chalcedone durch Digeriren mit Salzsäure. Da man dazu käufliche, also mit Eisen gelb gefärbte Salzsäure anwendet, so ist wohl dieses das gelbfärbende Prinzip. Auch ein geringer, von der Säure extrahirter Eisengehalt der Chalcedone nimmt an dieser Färbung Theil. Nöggerath über die Kunst Onyxe zu färben im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1847. S. 473.

und da die Ueberzüge der Bergkrystalle mit Helminthen zeigen, dafs dieselben auch nach der Quarzbildung noch abgesetzt wurden: so konnte dieser Absatz auch während des Wachsens der Bergkrystalle stattgefunden haben.

Kieselsäure finden wir in jedem Wasser, welches seinen Lauf durch Gesteine und Erden genommen hat; die Bestandtheile des Chlorit kann man dagegen in keinem Wasser chemisch nachweisen. Führen uns aber alle in diesem Kapitel mitgetheilten Erscheinungen auf die nothwendige Gegenwart dieser Bestandtheile in den Gewässern, welche Chlorit abgesetzt haben: so kann ihre Menge nur ein sehr kleiner Bruchtheil von dem so leicht bestimmbaren Kieselsäuregehalte sein. Unter der Voraussetzung einer gleichzeitigen oder periodischen Bildung des Quarz und des in ihm eingeschlossenen Chlorit würde die geringe Menge des letzteren im Verhältnisse zu der grofsen Menge des ersteren ein Maafs für die Stoffe in Gewässern sein, aus welchen beide Mineralien entstanden sind.

Bildung. Die Fundorte des Chlorit, sowie sein Vorkommen in Drusenräumen und Spalten beweist seinen Absatz aus Gewässern, während die Umwandlungen verschiedener Mineralien in Chlorit darthun, dafs er auch auf diesem Wege entstehen kann. In Beziehung auf die Bildung von Magnesiasilicaten ist auf das Kap. XL zu verweisen.

Volger, welcher meine Ansichten von der Bildung der Pseudomorphosen und von dem Absatze der Mineralsubstanzen zwischen Spaltungsflächen vollkommener adoptirt hat, fügt hinzu, dafs man hierbei nicht an Ströme von Wasser, selbst nicht an Tropfen zu denken habe, sondern dafs sich diese Flüssigkeit zwischen den Capillarräumen und den Spaltungsflächen der krystallinischen Gemengtheile eben so bewegt habe, wie ein Wassertropfen durch ein Stück Zucker sich bewegt. Dies ist gewifs eine ganz richtige Vorstellung, welche jedoch das Fliefsen des Wassers durch Spalten und sein Eintröpfeln in Drusenräume, da dies Thatsachen sind, nicht ausschliefst. Das aus den Spalten in das Nebengestein eindringende Wasser folgt aber den Gesetzen der Capillarität.

Zersetzung. Ob der Chlorit, welcher manchmal

selbst in dünnen Blättchen nur durchscheinend ist, seine Durchsichtigkeit durch eine schon eingetretene Zersetzung verloren hat, ist noch nicht ermittelt. Es ist aber zu wünschen, dafs mit Hülfe der chemischen Analyse dies aufgeklärt werde. Dafs übrigens der Chlorit zu den schwer zersetzbaren Mineralien gehört, davon war schon früher (S. 703) die Rede.

Kapitel XXXIX.

Serpentin.

Als feines Pulver wird er von concentrirter Salzsäure, schneller von Schwefelsäure vollkommen zersetzt, wobei die Kieselsäure als schleimiges Pulver zurückbleibt.

Vorkommen. Er findet sich als mineralogisch einfaches Mineral und als Gebirgsgestein. Dieses verschiedene Vorkommen begründet indeſs keinen Unterschied in seiner Bildungsart. Daher betrachten wir in diesem Kapitel den Serpentin gleichzeitig als Mineral und als Gebirgsart. Als edler Serpentin findet er sich in Adern, Trümmern und Nestern, welche den körnigen Kalkstein in allen Richtungen durchziehen. Er bildet auch in Serpentin eine Art von Gängen [1]). Auch in Erzgängen tritt er auf: so bei *Arendal* in *Norwegen* als gemeiner und als edler Serpentin, theils in kleinen Partieen im Magneteisen, theils in kleinen Gangtrümmern im Nebengestein, theils in Lagern [2]).

Als Gebirgsgestein bildet er zahlreiche Glieder in der Granulitformation *Sachsen's;* nach Fallou sind dort schon 48 Serpentinlager bekannt. In dieser Formation (Leptinitformation der Franzosen) finden sich auch alle Serpentine der *Vogesen.* Im Gneiſs kommt er regelmäſsig eingelagert vor: so am *Greiner* in *Tyrol,* wo das Serpentinlager über 300 Fuſs mächtig ist, und zu *Snarum* in *Norwegen,* wo die Serpentinmasse einen linsenförmigen Stock im Gneiſs bildet. Auch im Urthonschiefer tritt er auf; auſserordentlich verbreitet ist er in dieser Formation am *Ural.* Sein Vorkommen im körnigen Kalk ist sehr bemerkenswerth: so schlieſst in *Nordamerika* ein Lager

[1]) Alb. Heinrich im dritten Jahresbericht des Wernervereins. S. 14.

[2]) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 492.

von weifsem Kalkstein Serpentin in beträchtlicher Menge ein [1]). Der Serpentin nimmt durch das Hinzutreten von Granat, Bronzit, Schillerspath, Chlorit, Glimmer, Magneteisen, Eisenkies (auch Platin und Chromeisen im *Ural*) u. s. w. den Charakter einer gemengten Gebirgsart an. Ein von Delesse [2]) analysirter sehr homogener Schiefer von *Villa-Rota* am *Po* nähert sich in seiner Zusammensetzung so sehr dem Serpentin, dafs er als ein Serpentinschiefer zu betrachten ist. Er weicht nur so weit vom Serpentin ab, dafs er 3,22 % Thonerde enthält.

Zusammensetzung. Von einem Mineral, welches, wie der Serpentin, nie in selbständiger Krystallgestalt vorkommt, sollte man erwarten, dafs es in seiner Zusammensetzung sehr bedeutend variiren müsse. Da er aber zu den letzten Umwandlungsproducten der Mineralien gehört (S. 703), und sofern er den weiteren Einwirkungen der Atmosphärilien unterworfen ist, nur in seine Bestandtheile zerfallen kann: so wäre wohl zu begreifen, dafs seine Mischung eine nahe constante sein kann [3]); selbst wenn seine Farben sehr verschieden sind, wie sich dies aus den unten folgenden Analysen von Delesse ergibt. Die aus der chemischen Formel berechnete theoretische Zusammensetzung des Serpentin

Kieselsäure	4 At.	= 44,02
Magnesia	9 »	= 43,11
Wasser	6 »	= 12,87 [4])
		100,00
Sauerstoffquotient (wenn man vom Wasser abstrahirt)		= 0,75

stimmt auch, wenn man sich einen Theil der Magnesia durch Eisenoxydul vertreten denkt, so ziemlich mit der seiner reinsten Varietäten überein. Seit dem Erscheinen der ersten Auflage sind noch viele Serpentine und Varietäten desselben analysirt worden. Vergleicht man die Resultate derselben mit obiger normalen Zusammensetzung:

[1]) Reports of the Meetings of the Assoc. of americ. Geol. 1843. p. 243 u. 246.

[2]) Bibliothèque universelle de Genève. Mai 1848.

[3]) Beim Glimmer ist dieses freilich nicht der Fall.

[4]) Rammelsberg Suppl. III. S. 110.

so zeigt sich gleichfalls in den meisten Analysen eine sehr nahe Uebereinstimmung.

Enthielten die Gesteine, aus denen er entstanden ist, Thonerde-, Kalk- und noch andere Silicate und ist der Umwandlungsprocefs noch nicht vollendet: so finden sich in ihm noch diese Erden, wenn auch manchmal nur Spuren davon.

Serpentin in Formen anderer Mineralien. Ich habe an verschiedenen Stellen der I. Aufl. angedeutet, dafs sich der Serpentin aus den verschiedensten Mineralien und Gesteinen bilden kann. G. Rose[1]) hat sich auch dafür ausgesprochen und fügt hinzu, dafs der Serpentin, wo und in wie grofsen Massen er auch vorkommen mag, nie ein ursprüngliches Gestein, sondern ein erst durch spätere Umwandlungsprocesse gebildetes ist.

Breithaupt[2]) war wohl der erste, welcher bei der Beschreibung des Serpentin in Formen von Hornblende (S. 674) bemerkt, dafs zufolge dieser Umwandlung manche Serpentinlager vielleicht nichts anderes als Hornblende- oder Dioritlager waren. Es dürfte, sagt er, nicht schwierig sein, einen Uebergang aus diesen in jene nachzuweisen. Manche Dioritlager, wie z. B. im sächsischen *Voigtlande,* erlangen Fettigkeit; ihre Masse ist minder hart und von geringerem spec. Gewicht und nähert sich im Allgemeinen dem Serpentin.

Von den Umwandlungen des Augit, Diopsid, Diallag und Bronzit in Serpentin war schon oben (S. 631, 655) die Rede. Diese, die vorhergehenden Umwandlungen und die Umwandlung des Granat in Serpentin (S. 593) finden sich nach G. Rose[3]) im Mineraliencabinet zu *Berlin* auf eine überzeugende Weise. Die auf mineralogischem und chemischem Wege ermittelte Umwandlung des Olivin in Serpentin wurde (S. 694 ff.) beschrieben.

Umwandlung des Chondrodit in Serpentin. Von eigentlichen Pseudomorphosen kann hier nicht die Rede sein, da der Chondrodit sehr selten Krystallge-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXII. S. 591.

[2]) Neues Jahrb. für Chemie und Physik. Bd. LXIII. S. 283.

[3]) A. a. O.

stalten zeigt. Der Chondrodit, welcher die stufenweise Umwandlung in Serpentin zeigt, kommt im körnigen Kalk in *Sussex County* in Begleitung von Graphit, bei *Sparta* in *New-Jersey* mit Spinell, Graphit und Glimmer vor. Es sind nach Blum [1]) die gröfseren Körner, welche umgewandelt erscheinen. Die Umwandlung folgt von aufsen nach innen hauptsächlich der Richtung der vollkommenen Spaltbarkeit, indem sich die Körner in Blättchen zertheilen. Die innere Masse besteht manchmal noch aus unverändertem Chondrodit, während das Aeufsere schon ganz Serpentin geworden ist; in anderen Körnern finden sich nur hier und da einzelne Theile von Chondrodit. In gröfseren Körnern sind bisweilen weifse Körnchen von Kalkspath ebenso wie im unveränderten Chondrodit eingeschlossen.

Diese Umwandlung ist wegen der ähnlichen Zusammensetzung des Chondrodit mit dem Olivin interessant. Aus der Vergleichung der Zusammensetzung des Chondrodit mit der des Serpentin ergibt sich, dafs aus ersterem ein basisches Magnesiumfluorür und Magnesia abgeschieden werden mufste. Diese Magnesia konnte, wie bei der Umwandlung des Olivin (S. 695) als Bitterspath aus der Mischung treten.

Serpentin in Formen von Spinell. Blum [2]) beschreibt eine solche Pseudomorphose von *Warwick* in *New-York*. Es sind octaedrische Krystalle von drei bis vier Linien Durchmesser, die ganz aus Serpentin bestehen. Die Oberfläche der Pseudomorphosen ist uneben, manche Flächen sind etwas gewölbt, Kanten und Ecken zugerundet. Hier und da liegen Blättchen von Graphit eben so auf der Oberfläche der Krystalle, wie nicht selten auf den Spinellen von *Warwick*.

Was die Art der Umwandlung betrifft, so beziehen wir uns auf die Umwandlung des Spinell in Speckstein im Kap. XL. Da Serpentin und Speckstein aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen quantitativen Verhältnissen bestehen: so ist nicht zu verwundern, dafs beide aus demselben Mineral hervorgehen können.

[1]) Erster Nachtrag. S. 84.

[2]) Zweiter Nachtrag. S. 78.

Von der Umwandlung des Glimmer in Serpentin war schon (S. 759) die Rede. Dieser Procefs begann aufsen, gewöhnlich an den unebenen und gestreiften Seitenflächen der Tafeln und Säulen. Zuerst bildete sich eine weifse weiche Rinde, die sich gewöhnlich an vielen Stellen zwischen den vollkommenen Spaltungsrichtungen hin fortsetzte. Rückt die Umwandlung weiter fort, so wird diese Rinde gelblich, dann zeisig- und ölgrün. Nach gänzlicher Umwandlung zeigen sich die Pseudomorphosen an den Kanten zugerundet und fettglänzend sowohl aufsen als auf den Bruchflächen. Hier wie bei der Umwandlung des Glimmer in Speckstein (Kap. XL) nimmt man an vielen unregelmäfsig gestalteten Krystallen und Körnern von Serpentin eine deutliche, auf die frühere Richtung der Blätterdurchgänge des Glimmer deutende Streifung wahr, welche gewifs in dem ungleichen Vorschreiten der Umwandlung begründet ist. Nach G. vom Rath [1]) scheint der Labrador sich in Serpentin umzuwandeln. Bei *Neurode* in *Schlesien* findet sich nämlich ein Gestein, welches aus Labrador, der die grobkörnige krystallinische Grundmasse bildet, und aus zahlreichen eingesprengten Serpentinkörnern besteht. Diese zeigen meist ein langgezogenes mehr oder minder regelmäfsiges Viereck, dessen beide längeren Seiten parallel sind. Diese Form ist ganz derjenigen gleich, in welcher der Labrador im Grünstein bei *Neurode* und im alten grünen Porphyr erscheint. G. vom Rath hält es für das wahrscheinlichste, dafs der Serpentin auf Kosten einzelner Labradorkrystalle entstanden ist. Die gegenseitige Begrenzung von Labrador und Serpentin ist bisweilen ziemlich scharf, meist aber ganz verwaschen. Das Gestein geht in ein scheinbar dichtes grünes über, welches aber doch noch geringe Mengen von weifsem Labrador enthält. Das untersuchte Stück enthielt eine Reihe von Diallagkrystallen, welche, obgleich durch die Serpentinmasse unterbrochen, doch immer wieder in derselben Ebene spiegelten. Ein ähnliches Verhalten zeigt bekanntlich der Schillerspath.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCV. S. 551.

	I.	II.	III.
Kieselsäure . .	38,78	43,70	42,36
Thonerde . . .	3,06	2,76	2,18
Manganoxyduloxyd	0,90	—	0,85
Eisenoxydul . .	12,77	10,03	13,27
Kalkerde . . .	4,51	—	0,63
Magnesia . . .	29,96	29,96	28,90
Kali	0,29	—	—
Natron	0,11	1,98	—
Glühverlust . .	9,17	12,27	12,07
	99,55	100,70	100,26

I. Das in Rede stehende Gestein nach G. vom Rath.
II. Serpentin von *Zöblitz* nach C. Schmidt.
III. Schillerspath vom *Harz* nach Köhler.
Vergl. unten S. 784.

Die beiden letzten Analysen sind zur Vergleichung angeführt. Die Analyse I zeigt, dafs dieses Gestein wesentlich aus Serpentin besteht; die Umwandlung ist nur noch nicht vollendet. Denkt man sich, dafs Thonerde, Kalkerde und die Alkalien fortgeführt werden: so nehmen die übrigen Bestandtheile und namentlich die Kieselsäure relativ zu, und die Zusammensetzung kommt dann der des Serpentin ziemlich nahe. Sollte dieses Gestein wirklich aus Labrador entstanden sein: so müfsten bei der Umwandlung Kieselsäure, Thonerde, Kalk sowie die Alkalien fortgeführt und Eisenoxydul, Magnesia sowie Wasser zugeführt worden sein.

Eine aus Gehlenit entstandene serpentinartige Substanz von *Monzoni* in *Tyrol*, welche Blum mir mittheilte, unterwarf ich einer qualitativen Prüfung, da ihre Menge zu einer quantitativen Analyse nicht hinreichte. Der Glühverlust betrug 3,6 %, und es zeigte sich ein brenzlicher Geruch. Sie brauste stark mit verdünnter Säure und wurde durch Digeriren mit concentrirter Salzsäure unter Ausscheidung von Kieselsäure aufgeschlossen. Die Auflösung enthielt etwas Thonerde, Eisenoxyd, keinen Kalk, aber viele Magnesia; mithin die Bestandtheile des Serpentin. Der Kalk wurde durch die verdünnte Säure ausgezogen und war wahrscheinlich blos als Carbonat vorhanden. Der von der umgewandelten Substanz abgesonderte Gehlenit brauste gleichfalls mit verdünnter Salzsäure;

sein Glühverlust betrug nur 0,5 %. Durch Digeriren mit concentrirter Säure wurde er unter Abscheidung von Kieselsäure aufgeschlossen. Die Auflösung enthielt wenig Thonerde und Eisen, viel Kalk und wenig Magnesia; er war daher schon in der Umwandlung begriffen, und hatte schon den gröfsten Theil seiner Thonerde verloren, enthielt aber noch Kalksilicat. Die Umwandlung des Gehlenit in eine serpentinartige Substanz ist leicht zu begreifen: Gewässer, Magnesiabicarbonat enthaltend, zersetzen das Kalksilicat in Magnesiasilicat und kohlensauren Kalk, dessen Gegenwart das Brausen mit Säuren zeigte (Kap. I. No. 16).

Dr. Krantz theilte mir Gehlenit in sehr verändertem Zustande mit. Es waren dunkelgrünschwarze gerade Säulen mit nicht mehr scharfen Kanten, die Flächen waren rauh und enthielten ganz kleine mit ochergelber Masse ausgefüllte Löcher. An einer Stelle fand sich eine Gruppe von weifsem Kalkspath und damit waren auch die Zwischenräume der Krystalle ausgefüllt [1]). Die dunkelgrünschwarze Farbe der Krystalle glich sehr der des Serpentin, sie wurden aber mit dem Federmesser nicht leicht geritzt, und waren daher viel härter als dieser. Die zur Analyse angewendeten Krystalle wurden von anhängendem Kalkspath sorgfältig befreit. Ich hoffte durch kalte sehr verdünnte Salzsäure die Carbonate auszuziehen und von dem umgewandelten Mineral abzusondern; die Analyse I zeigt aber, dafs dies nicht erreicht wurde; denn es wurden auch nicht unbedeutende Quantitäten von Kieselsäure und Thonerde aufgelöst und das schwache Brausen entsprach nicht der bedeutenden Menge des erhaltenen kohlensauren Kalk, wie dies auch der Gewichtsüberschufs zeigt. I a. ist die Zusammensetzung, wenn man das Eisen als Oxydul berechnet, und die Mengen der Kieselsäure, Thonerde und des Eisenoxydul vereinigt. I b. ist die Zusammensetzung, wenn man von dem schwachen Brausen abstrahirend die ganze Menge der Kalkerde mit Kieselsäure verbunden sich denkt, und 1,28 % als Glühverlust, der nicht direct bestimmt wurde, annimmt. Es sind a die

[1]) Letzteres fanden auch Fuchs und v. Kobell an den von ihnen analysirten Gehleniten.

mit verdünnter Salzsäure ausgezogenen und b die durch Digeriren mit concentrirter Salzsäure erhaltenen Bestandtheile. II Analyse des krystallisirten Gehlenit nach von Kobell[1]), III nach Rammelsberg[2]).

		I.[3])	I a.	I b.	II.	III.
a	Kieselsäure	4,75	—	—	—	—
	Thonerde	5,02	—	—	—	—
	Eisenoxyd	0,91	—	—	—	—
	Kohlensaurer Kalk	11,55	11,55	—	—	—
	Magnesia	Spur	Spur	—	—	—
b	Kieselsäure	26,87	31,62	31,62	31,0	29,78
	Thonerde	18,77	23,79	23,79	21,4	22,02
	Eisenoxyd	9,56	—	—	4,4 (Eisenoxyd und Eisenoxydul)	3,22
	Eisenoxydul	—	9,43	9,43		1,73
	Manganoxydul	—	—	—	—	0,19
	Kalkerde	24,65	24,65	31,13	37,4	37,90
	Magnesia	2,84	2,84	2,84	3,4	3,88
	Glühverlust	—	—	1,28	2,0	1,28
		104,92	103,88	100,09	99,6	100,00

I b, II und III differiren unter sich wesentlich im Eisen- und Kalkgehalte. Da auch in den übrigen Analysen des Gehlenit die Kalkerde nur bis auf 35,3 % herabsinkt, und das Eisenoxyduloxyd nur bis auf 6,56 steigt: so ist es unzweifelhaft, dafs in I ein Theil der Kalkerde durch Eisenoxyduloxyd verdrängt wurde. Dies geschah aber, indem nach Kap. I. No. 17. Gewässer Eisenoxydulbicarbonat enthaltend, einen Theil des Kalksilicat in

[1]) Kastner's Archiv. Bd. IV. S. 317.

[2]) Suppl. III. S. 47.

[3]) Es ist bemerkenswerth, dafs die Kieselsäure und Thonerde, welche von der verdünnten Säure ausgezogen wurden, beim Glühen sich schwärzten, während die Kieselsäure und Thonerde, welche von der concentrirten Salzsäure ausgezogen wurden, sich nicht schwärzten. Hier zeigt sich dieses recht auffallend, dafs metamorphosirte Mineralien in der Regel mehr organische Ueberreste enthalten, als frische Mineralien. Es ist keine Frage, dafs das, was aus einem zersetzten Mineral durch verdünnte Säuren ausgezogen wird, in der Zersetzung mehr fortgeschritten sein mufs, als das was ihnen widersteht. Aber da wo viel zersetzt wurde, mufsten auch viele Gewässer damit in Berührung gekommen sein, und ebenso als diese Unorganisches absetzten, werden sie sich auch die Freiheit genommen haben, Organisches abzusetzen.

Eisenoxydulsilicat umwandelten, während Kalkbicarbonat fortgeführt wurde, welches sich, wie bemerkt wurde, aufserhalb der Krystalle als Kalkspath absetzte. Da alle Analysen des Gehlenit, nur mit Ausnahme der von Fuchs, Magnesia 2,2 bis 4,64 % angeben: so ist dieselbe für einen wesentlichen Bestandtheil zu halten, und es ist daher nicht anzunehmen, dafs die Magnesia in I von aufsen hinzugetreten sei. Dieser Gehlenit nahm also nicht die Richtung zur Umwandlung in Serpentin, wie es bei dem oben angeführten sehr wahrscheinlich der Fall war. Wenn er aber später in Berührung mit Gewässern gekommen wäre, welche Magnesiabicarbonat statt Eisenoxydulbicarbonat enthalten hätten: so würde eine solche Umwandlung höchst wahrscheinlich von Statten gegangen sein; denn Kalksilicat war noch genug vorhanden zur Umwandlung in Magnesiasilicat (Kap. I. No. 16).

Da der Serpentin wesentlich blos ein wasserhaltiges Magnesiasilicat ist: so gilt alles was im Kap. XL von der Bildung der Magnesiasilicate in Beziehung auf die Umwandlungen der verschiedensten Mineralien in Speckstein gesagt wurde, auch von den Umwandlungen in Serpentin.

Da alle Krystallformen des Serpentin erborgte, verschiedenartige und ganz unvereinbare sind: so müfsten sie, wenn er in selbständiger Form erscheinen könnte, bis auf eine pseudomorph sein. Man hat Schillerspath und Chrysotil als Serpentin aufgeführt; denn beide haben eine dem Serpentin sehr ähnliche Zusammensetzung, wie sich aus folgenden Analysen von Chrysotil (I) von *Sala* in *Schweden* und von dem Serpentin (II) nach Hultmark[1]) ergibt:

	I.	II.
Kieselsäure . . .	41,03	41,02
Thonerde . . .	1,43	1,84
Eisenoxydul . .	1,25	1,81
Magnesia . . .	42,31	42,21
Manganoxydul .	Spur	Spur
Wasser	13,72	12,91
Kohlensäure . .	Spur	0,48
	99,74	100,27

[1]) Jahresber. 1859. S. 800.

Ist nach G. Rose der Schillerspath ein Umwandlungsproduct des Augit: so bietet er nur ein neues Beispiel einer Umwandlung von Augit in Serpentinsubstanz dar. Die feinen Fasern, in denen sich der Chrysotil als Ausfüllungsmasse kleiner Gänge im Serpentin findet, scheinen unvollkommen ausgebildete Krystalle zu sein; hieraus könnte man schliefsen, dafs Substanzen von der Zusammensetzung des Serpentin auch krystallisiren können.

Da dem Serpentin eine selbständige Krystallform mangelt: so können wir nicht wissen, ob er durch andere Substanzen verdrängt werden kann. Bis jetzt kennen wir auch kein Mineral, welches durch ihn verdrängt worden wäre.

Serpentingesteine. Derbe Massen kommen nicht selten so mit dem Serpentin vor, dafs man auch hier unwillkürlich auf die Annahme einer Umwandlung geführt wird. Von der nahen Verwandtschaft zwichen Gabbro und Serpentin war schon S. 656 die Rede. Nach G. Rose kommen beide oft so gemengt vor und der Serpentin ist so vorherrschend wie an manchen Stellen zu *Volpersdorf* in *Schlesien*, dafs der reine Gabbro nur als ein der Umwandlung in Serpentin noch entgangenes Mineral erscheint. Im Dolomit, der als Lager im krystallinischen Schiefergebirge bei *Kothzechau* in *Schlesien* vorkommt, findet sich nach v. Buch Serpentin in Trümmern von höchstens 1½ Zoll Mächtigkeit. Dieses Vorkommen hat nach G. Rose den Anschein, als sei der Serpentin ein Zersetzungsproduct des Dolomit. Wir können dagegen nichts erinnern, wenn der Dolomit die Silicate, woraus der Serpentin besteht, sei es auch in noch so geringen Mengen, enthalten haben sollte. Vom Uebergang des Diorit in Serpentin war schon oben (S. 778) die Rede. Kupffer[1]) spricht von einer innigen Verknüpfung zwischen Serpentin und Diorit am östlichen Abhange des *Ural*. F. Sandberger[2]) gedenkt gleichfalls eines so innigen Zusammenhangs zwischen Diorit und einem serpentinartigen Gesteine, dafs dieses nur als eine Modifi-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XVI. S. 272.

[2]) Uebersicht der geolog. Verhältnisse von *Nassau*. S. 65.

cation von jenem erscheint. Uebergänge des Serpentin in Chlorit- und Talkschiefer sind längst bekannt. Die weiter unten (S. 788) beschriebenen Verhältnisse im Serpentin von *Greifendorf* zeigen die nahen Beziehungen zwischen Chlorit und Serpentin sehr auffallend.

Oft findet sich der Serpentin an den Grenzen zweier Gesteine, wo natürlich Zersetzungen am häufigsten von Statten gehen konnten. So nach Reufs [1]) am nördlichen Abhange der *Forca rossa* bei *Predazzo*, wo zwischen dem körnigen Kalk und Syenit eine 1 bis 2 Fufs mächtige Schicht von Serpentin und eine 5 bis 6 Fufs mächtige Schicht grünen, fetten Thons sich findet. Der Syenit selbst ist auf eine weite Strecke hin sehr zersetzt und eisenhaltig. Ohne Zweifel hat hier die Hornblende des Syenit das Material für den Serpentin und sein Feldspath das für den Thon geliefert.

Im *Fichtelgebirge* und im *Baierschen Walde* zeigt sich ein zahlloser Wechsel von Urthonschiefer, Hornblendegestein, Serpentin und Chloritschiefer in Lagern, die oft nur einige Zoll mächtig sind. Nach brieflicher Mittheilung von Gümbel schliefst derselbe hieraus, dafs die Lager, abgesehen von den darin ununterbrochen von Statten gehenden Veränderungen, ursprüngliche Bildungen sind. Gegen eine solche Ansicht haben wir nichts zu erinnern; denn da Serpentin (S. 785) in Trümmern im Dolomit, und an vielen Orten [2]) auch im körnigen Kalk vorkommt: so ist dadurch die Möglichkeit seiner Bildung aus Sedimenten gegeben. Wenn aber Gümbel die Frage stellt, warum sind denn in solchen schwachen Schichten die Gesteinswechsel bei geneigter Stellung der Schichten, immer nach ihren Schichtungsflächen parallel, und nicht in mehr oder weniger verticaler Richtung, in welcher die Gewässer herabfliefsen: so ist dagegen zu bemerken, dafs dieselben in geschichteten Gesteinen zwischen den Schichtungsflächen fliefsen.

Der Serpentin kommt stets mit hornblende- und chlorithaltigen Bildungen in Gesellschaft vor, und stets gleichmäfsig im Gneifs eingelagert. In demselben Ver-

[1]) Jahrb. für Mineral. 1840. S. 153.

[2]) Blum's Orykt. S. 352.

hältnisse, in welchem Hornblendeschiefer zum dichten Hornblendegestein steht, steht auch der Serpentinschiefer zum dichten Serpentin. Wechsellagerungen von Serpentin, Hornblendeschiefer und Gneifs bezeugen dies, nirgends ist ihm ein Profil eines gangförmigen Serpentin bekannt geworden. Die Lager desselben sind so zahlreich und von so übereinstimmenden Lagerungsverhältnissen in einer bestimmten Region des Gneifsgebirges, dafs hieraus allein schon auf seine ursprüngliche Bildung zu schliefsen ist.

Fallou[1]) und Herm. Müller[2]) beschreiben die sächsischen Serpentinpartieen: jener die von *Waldheim*, dieser die von *Greifendorf*. Fallou hält sich genau an das Thatsächliche, Müller greift in das Genetische über. Beide Abhandlungen, reich an Thatsachen, klären interessante Verhältnisse auf; mit den eruptiven Ansichten des letzteren können wir nicht übereinstimmen. Beide Verf. halten diese Serpentine für gleichförmige Einlagerungen im Granulit. Die Selbständigkeit des Serpentingebirges bei *Waldheim* wird von Fallou verneint. Das Liegende desselben ist ohne Zweifel Gneifs. Folgen wir zunächst Müller's Beobachtungen.

Häufige noch zu beobachtende Uebergänge von Eklogit in Serpentin und die stete Anwesenheit von Granaten in diesem sprechen dafür, dafs er ein umgewandelter Eklogit sei. Häufige Uebergänge zwischen Eklogit und Granulit, ihre gleichartige Lagerung beweisen, dafs das ursprüngliche Gestein des Serpentin von gleichem Alter mit dem Granulit gewesen sein müsse.

Der Granulit enthält fast stets, bisweilen kaum erkennbare, gewöhnlich aber kleine bis erbsengrofse Kör-

[1]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XVI. S. 423 ff. Hr. Fallou war so gütig, mir schon vor achtzehn Jahren eine vollständige Sammlung von Stufen aus dem Serpentingebirge bei *Waldheim* mitzutheilen. Dieselben enthalten ein reiches Material für chemische Untersuchungen, wodurch manche Verhältnisse näher aufgeklärt werden möchten. Ich hatte vor, vor Bearbeitung dieses Kapitels diese Untersuchungen vorzunehmen; wegen Mangel an Zeit habe ich aber bis jetzt nur die im Folgenden angeführte Analyse vornehmen können. Die Fortsetzung dieser Untersuchungen behalte ich mir noch vor.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1846. S. 257 ff.

ner von rothen Granaten. An einigen Punkten geht er durch Aufnahme von Hornblende in sogenanntem Trappgranulit und endlich in Eklogit über. Der Eklogit besteht aus kleinkörniger Hornblende und vielen porphyrartig eingewachsenen braunrothen und rothen Granaten.

Eine Hauptrolle im *Greifendorfer* Serpentin spielen Chloritgänge, die ihn überall in unzähliger Menge durchschwärmen. Sie sind mit Chlorit allein oder zugleich mit fremdartigen Gesteinen und Mineralien ausgefüllt und gehen in einander über. Die reinen Chloritgänge sind so häufig, dafs man selten eine Felspartie erblickt, in der sie nicht zu beobachten wären, während die Chloritgänge mit eingemengten Gesteinen nur an einzelnen Punkten auftreten. Oft durchsetzen den Serpentin in einem einzigen Steinbruche mehrere Chloritgänge in allen Richtungen; nur selten laufen sie parallel. Auffallend sind ihre häufigen Verzweigungen und Ausläufer, womit die vielen Durchsetzungen und oft bedeutenden Verwerfungen des Gesteins zusammenhängen. Häufig sind die Chloritgänge lagerartig zwischen die Platten des Serpentin eingedrungen.

Die Bruchstücke fremder Gesteine und Mineralien, welche in den Chloritgängen eingeschlossen sind, bestehen aus Granulit-, Granit-, Eklogit-, Serpentin- und Strahlsteinfragmenten. Obwohl in den meisten dieser Gänge Bruchstücke von Gesteinsarten vorkommen, die dem Serpentin zum Theil selbst angehören: so findet man doch auch nicht selten Einschlüsse von Gesteinen und Mineralien, die man nur in einiger Entfernung oder auch gar nicht auf der Oberfläche sieht.

Im *Waldheimer* Serpentingebirge streiten Fallou's Beobachtungen geradezu gegen die von Müller angenommene eruptive Natur der Chloritgänge. Chlorit, Talk, Speckstein, Strahlstein, Chalcedon und Kalkspath gehören dem Serpentin ganz allein an und verzweigen sich vielfach in demselben, während weder im Granulit noch in seinen übrigen Gebirgsgliedern diese Mineralien gangartig vorkommen. Wie konnte Müller, der sich wiederholt auf Fallou's Abhandlung bezieht, noch von einer eruptiven Natur der Chloritgänge sprechen?

Die einfachste Erklärung der Entstehung dieser

Chloritgänge bietet sich von selbst dar. Nehmen wir mit Müller den noch unzerrütteten Serpentinfelsen als gegeben; denken wir uns aber nicht eine gewaltsame Zerreissung und Verschiebung des Gesteins, wie er sie voraussetzt, sondern eine ruhig und langsam von Statten gegangene Zerspaltung als Folge der bei der Umwandlung des Eklogit in Serpentin erfolgten Volumensverminderung: so haben wir alle Bedingungen für die Erklärung der Entstehung dieser Chloritgänge.

Müller führt selbst an, dafs der Serpentin an manchen Punkten in eine chloritische oder talkige Masse übergehe. Diese Umwandlung eines schon wasserhaltigen Gesteins in ein anderes wasserhaltiges kann nur auf nassem Wege gedacht werden, und um so mehr, da das nach den verschiedensten Richtungen zersprungene Gestein den Wasserzutritt von allen Seiten her gestattete.

Die Mineralien des Eklogit und Granulit enthalten Thonerde. Bei ihrer Umwandlung in Serpentin mufste diese Erde ausgeschieden werden, da sie in ihm entweder gar nicht oder nur in geringen Mengen vorkommt. Der Chlorit enthält aber Thonerde als wesentlichen Bestandtheil. Nichts ist daher leichter zu erklären, als dafs die Gewässer aus dem Gestein Thonerde mit entsprechenden Mengen von Kieselsäure, Magnesia und Eisenoxydul fortführten, und in den Spalten als Chlorit absetzten, während die rückständige Masse in Serpentin überging. Da im Chlorit und Serpentin Kieselsäure, Magnesia und Wasser sehr nahe in gleichen Verhältnissen vorkommen, und Eisenoxydul in ihnen ziemlich nahe innerhalb gleicher Grenzen schwankt: so ist der Chlorit als Serpentin plus Thonerde, der Serpentin aber als Chlorit minus Thonerde zu betrachten. Wo aber das Hinzukommen oder Fehlen einer einzigen Substanz das Auftreten dieses oder jenes Minerals bedingt, da sind Uebergänge des einen in das andere leicht zu begreifen: zu viel Thonerde im Serpentin macht ihn chloritartig, zu wenig Thonerde im Chlorit macht ihn serpentinartig. Obgleich man sich, theoretisch genommen, eine Umwandlung des Serpentin in Chlorit durch Aufnahme von Thonerde denken kann: so ist doch diese Umwandlung wenig wahrscheinlich; viel wahrschein-

licher aber der umgekehrte Fall. Pseudomorphosen von Serpentin in Formen von Chlorit sind zwar nicht bekannt, vielleicht aber nur defshalb nicht, weil letzterer selten deutlich krystallisirt vorkommt. Da eine solche Umwandlung eine Ausscheidung der Thonerde voraussetzen würde, diese Ausscheidung aber bei der Umwandlung des Granat und Glimmer in Serpentin wirklich stattfindet: so ist die Möglichkeit dieser Umwandlung nicht zu bezweifeln.

Da die Umwandlung des ursprünglichen Gesteins nicht blos in seinem Innern, sondern noch mehr an den Wänden der entstandenen Spalten, wo die Gewässer den leichtesten Zutritt hatten, von Statten gegangen ist: so entstanden je nach dem gröfseren oder geringeren Zutritt derselben Chloritgänge von der verschiedensten Mächtigkeit von 1 Linie bis zu 3 Fufs.

Waren an den Spaltenwänden Massen vorhanden, welche den Umwandlungsprocessen mehr oder weniger widerstanden: so schritten letztere um sie herum fort und sie wurden in Chlorit eingeschlossen. Sie konnten aber durch einen theilweisen Zersetzungsprocess so unkenntlich werden, dafs man zwischen ihnen und den auf der Oberfläche vorkommenden Massen keine Aehnlichkeit mehr bemerken kann.

Nicht weit von einem mächtigen Chloritgange, der Granulitfragmente einschliefst, tritt aus dem Gerölle ein von vielen Chlorit- und Specksteintrümmern durchzogener Eklogitfels hervor, der nach oben und seitwärts allmälig in Serpentin übergeht. In den unteren Regionen zeigt er aber eine grofse Festigkeit und keine Spur von Umwandlung.

Hier sieht man in den nächsten Umgebungen eine schnellere, in den ferneren eine langsamere Umwandlung. Die Umwandlung nach oben und seitwärts zeigt, wie die Ursache von oben und von den Seiten nach der Richtung der Tagewasser erfolgt ist. Wäre es eine plutonische oder irgend eine von unten nach oben wirkende Ursache gewesen: so müfste die Umwandlung gleichfalls von unten nach oben vor sich gegangen sein. Dann könnte aber der Eklogit in den unteren Regionen nicht fest und unverändert sein.

Die Hornblende des Eklogit verliert nach oben und

nach den Seiten hin ihren Glanz und ihre Härte, und nimmt nach und nach den Charakter des Serpentin an. Der Granat bleibt meist unverändert; doch verliert er häufig seinen Glanz und seine Härte. An manchen Punkten überzieht er sich, wie der Granat im Serpentin, mit einer Kruste von feinblätterigem Chlorit; bisweilen geht er auch ganz in denselben über. Je mehr der Eklogit in Serpentin übergegangen ist, desto mehr zeigt er sich kugeligschalig abgesondert; die äufsere Schale ist dann gewöhnlich Serpentin, der innere Kern aber noch reiner Eklogit. Dies zeigt deutlich, dafs Chlorit das erste, der Serpentin das letzte Umwandlungsproduct ist.

Die Umwandlung des Granulit in Serpentin sieht man an einer Stelle sehr deutlich. Der gelblich- bis bläulichweifse Granulit wird oberhalb grünlichgrau bis lichtegrün, verliert sein krystallinisches Ansehen und seine Härte und geht allmälig in einen sehr weichen Serpentin über, in dem man bisweilen noch den Glimmer des Granulit bemerkt. Weiter oben wird dieser Serpentin härter und nimmt die gewöhnliche schwarzgrüne Farbe an.

Auch hier schreitet die Umwandlung von oben nach unten fort und wird begünstigt durch die häufigen Spalten und Sprünge in diesem Gesteine. Ist, wie kaum zu zweifeln, der untere Theil dieses Gesteins noch nicht so weit in der Umwandlung fortgeschritten wie der obere: so sieht man, wie die in ihrem ersten Stadium eingetretene Erweichung im zweiten wieder verschwindet. Müller bemerkt einige Male, dafs die Chloritgänge die Serpentinplatten in ihrer Nähe stark umgebogen hätten. Sollte dies nicht eine Folge der Erweichung des Gesteins während der Umwandlung sein, die gerade in der Nähe der Gänge, wo die stärksten Volumensveränderungen erfolgten, sich zeigt?

Granitfragmente, häufig noch ziemlich scharfeckig, finden sich in Chloritgängen, deren Mächtigkeit bis auf 4 Fufs steigt. Der mit grofsen Glimmerblättern reichlich durchwachsene Feldspath, der wie Granulit in Chlorit eingeschlossen ist, zeigt in der Mitte noch deutlichen Glanz, Spaltbarkeit und Härte; aufsen geht er aber allmälig in Pyknotrop über. Bisweilen findet man Stücke, welche

noch deutlich wie Feldspath sich spalten lassen, übrigens aber sich wie edler Serpentin verhalten. In noch unversehrten Stücken ist der Glimmer schwarzbraun bis tombackbraun; bei den mehr umgewandelten ist er aber violett oder seladongrün; er wird weicher und erhält endlich das Ansehen von Chlorit. An einer Stelle ist der Feldspath specksteinartig [1]), der Quarz aber durch eine weiche specksteinartige Masse verdrängt (Kap. XLI). Beide gehen nach und nach in Talk oder in edlen Serpentin über. Der Glimmer wird auch manchmal chloritartig. Viele jener Granitbruchstücke sind jedoch abgerundet und häufig ist in ihrer Mitte ein Kern mit granitischer Textur; nach aufsen gehen aber concentrische Schalen nach und nach in Serpentin über, und die äufserste Schale besteht oft nur aus festem Talk. Einzelne dieser Fragmente sind in einen mit vielem Chlorit gemengten weichen Talk umgewandelt, bei dem man nur durch Verfolgung der allmäligen Uebergänge den einstigen Granit wieder erkennt.

Im Granit, der blos Quarz, Feldspath und Glimmer enthält, ist es der letztere, welcher sich in Serpentin (S. 759) und der Feldspath, welcher sich in Chlorit umwandeln kann (S. 414). Die Umwandlung eines orthotomen Feldspath in Serpentin ist durch eine Pseudomorphose noch nicht nachgewiesen worden; da er sich aber in den dem Serpentin so nahe stehenden Chlorit umwandeln kann, und da nach S. 780 eine Umwandlung des Labrador in Serpentin sehr wahrscheinlich ist: so ist die Möglichkeit einer solchen Umwandlung nicht zu bezweifeln. In der That führt Weibye [2]) an, dafs in einer Erzgrube bei *Arendal* serpentinartige Massen mit eingewachsenen Krystallen vorkommen, welche dem Feldspath anzugehören scheinen.

Die Eklogitfragmente im Serpentin von *Greifendorf*, welche sich in Chloritgängen finden, sind gewöhnlich noch frisch, aber abgerundet, und an ihrer äufsern Fläche ist ihr Granat mit einer Chloritschale überzogen, welche

[1]) Sollte dies wirklich Speckstein sein? — Vergl. S. 414.
[2]) A. a. O.

manchmal den Granat ganz ersetzt. Oft findet man sie auch kugeligschalig abgesondert, und dann ist meist die Hornblende der äufsern Schale in Serpentin umgewandelt, während im Innern noch frischer Eklogit ist. Mehrere der gröfseren Bruchstücke sind von schwachen Chloritschnüren durchzogen, welche ohne Zweifel die früheren Sprünge im Gesteine bezeichnen, durch welche die Gewässer eingedrungen waren. In der Mitte mancher Chloritgänge im Serpentin von *Greifendorf* finden sich mehr oder weniger abgerundete Serpentinbruchstücke, die gewöhnlich denselben Charakter wie das Nebengestein haben.

Aus den Beobachtungen Müller's ergibt sich, dafs sich Granulit, Eklogit und Granit in Serpentin, Chlorit, Speckstein und Talk umgewandelt hat.

Die Quarzgänge im Serpentin, welche viel seltener als die Chloritgänge sind, sind nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll mächtig. Manchmal umschliefst der Quarz kleine scharfeckige Bruchstücke von Serpentin und an den Saalbändern ist er häufig durch eine schwache, talkige oder chloritische Zwischenlage vom Nebengesteine getrennt. An einer Stelle hat sich ein Quarzgang zwischen die Serpentinplatten eingedrängt und sich in denselben verzweigt. Er wird von einem, Granulitfragmente führenden Chloritgange durchsetzt.

Die Quarzgänge setzen eine Ausscheidung von Kieselsäure voraus. Wandelt sich ein Gestein, welches mehr Kieselsäure und weniger Magnesia als der Serpentin enthält, in Serpentin um, und tritt Magnesiasilicat nicht von aufsen hinzu: so mufs Kieselsäure ausgeschieden werden. Von solcher Art sind aber die Hauptgemengtheile des Eklogit, nämlich Smaragdit und Granat. Aus dem Feldspath des Granulit mufste sich bei seiner Umwandlung in Chlorit noch mehr Kieselsäure ausscheiden. Da einer der dortigen Quarzgänge von einem Chloritgang durchsetzt wird: so wurde jener früher ausgefüllt, als das Gestein in Chlorit zersetzt. Ausscheidung der Kieselsäure ging daher der Bildung des Chlorit voran. Der Quarz im Granulit konnte sogar durch specksteinartige Massen verdrängt werden (Kap. XLI).

Auch Brauneisensteingänge finden sich im *Greifen-*

dorfer Serpentin. So durchsetzt ein solcher 4 Fufs mächtiger Gang den zwischen Granulit emportretenden Serpentin und den darüber lagernden Eklogit. In diesem Gange finden sich Knollen, welche Gneifs einschliefsen, der häufig eine gänzliche Umwandlung in Brauneisenstein zeigt. In der Nähe dieses Ganges ist der Serpentin und Eklogit sehr verwittert.

Man möchte vermuthen, der Gneifs sei in diese Gangspalte mechanisch eingeführt und darin zersetzt worden; wenigstens finden sich, etwas davon entfernt, auf den Feldern noch wohlerhaltene grofse Gneifsstücke. Das Eisenoxydhydrat, welches als Bindemittel zwischen den Knollen auftritt, scheint theils von zersetztem Gneifse, theils von zugetretenen eisenhaltigen Gewässern herzurühren. Da die rothen Granate und meist auch die thonerdehaltigen Hornblenden viel mehr Eisen enthalten als der Serpentin: so mufste bei ihrer Umwandlung in diesen viel Eisen ausgeschieden werden.

Mehrere Fragen, welche ich an Fallou stellte, beantwortete er mit grofser Bereitwilligkeit[1]). Im Nachfolgenden ziehe ich blos das aus seiner Abhandlung und aus seinen Briefen aus, was neue Aufschlüsse über die Bildung des Serpentin gewähren kann.

Zu Gunsten der Umwandlung des Granulit in Serpentin spricht bei *Waldheim* die merkwürdige Uebereinstimmung des Gefüges, der plattenförmigen Absonderung und der vertikalen Zerklüftung in beiden Gesteinen; nur an den Grenzen zeigen sich einige Ausnahmen. Die mächtigsten Chloritgänge streichen völlig parallel den Klüften des Granulit.

Unsere Vermuthung, dafs die Chloritgänge nicht eruptiv seien, erklärt Fallou, gegen Müller, nicht für eine blofse Vermuthung, sondern für eine vollkommen richtige Beurtheilung der wahren Natur dieser Gänge. Die Ausfüllung aller Gänge im Serpentin ist in fortwährender Umwandlung begriffen. Sie waren ursprünglich leere Spalten, die sich erst später durch Zersetzung des Nebengesteins ausgefüllt und erweitert hatten. Die Ver-

[1]) 18. Sept. 1846. 8. Mai und 3. Juni 1848.

schiebungen, Verwerfungen u. s. w. sind eine Folge von Senkungen; denn die lockere Chloritmasse konnte die aufliegende Last nicht tragen. Sie schob sich auf den 30° bis 40° geneigten Absonderungsklüften hinab. Wo sich die hinabgerutschte Masse wieder festsetzte, sind die Platten kreuz und quer in einander verschoben und zertrümmert.

Die rauhe körnige Aufsenseite der Serpentinplatten im *Waldheimer* Serpentingebirge ist meist und besonders da, wo die Schichtungsklüfte mit Chlorit ausgefüllt sind, mit gelbem oder weifsem Glimmer überzogen. In der Serpentinmasse selbst kommt er seltener und nur in der schwarzen oder schwarzgrünen Abänderung, und auch hier nur lagenweise in kleinen silberweifsen Blättchen vor. In Gängen, deren Inneres aus Granulit oder Feldspath bestehend, nach den Gangwänden zu in Pyknotrop übergeht, finden sich häufig braune stark glänzende Glimmerblättchen oder auch in zusammenhängenden knolligen Partieen. Seltener kommt er im braunen und grauen Pyknotrop des *Wachberges* vor. Hier liegt er in langen, schmalen, zuweilen sich durchkreuzenden, dunkelbraunen Blättchen, fest auf den Bruchflächen. Im verhärteten Talk zeichnet er sich durch seinen kupferrothen und violetten Schimmer aus, und kommt in einzelnen, doch oft mehrere Zoll breiten Blättern, besonders da vor, wo die Gänge mit dichten scharfkantigen und eckigen Trümmern von Feldspath, Pyknotrop und Talk erfüllt sind.

Ist der Serpentin bei *Waldheim* ein umgewandelter Granulit und ist bei der Umwandlung Glimmer nicht entstanden: so kann ersterer nur den Glimmer enthalten, welcher in letzterem schon vorhanden war. Im Granulit, und namentlich in der Nähe und im Hangenden des Serpentin, ist er nur spärlich eingestreut, während er in der gneifsartigen Abänderung mehr vorwaltet. Bisweilen findet er sich nur auf den Spaltungsflächen der plattenförmigen Absonderungen, und erscheint häufig mit Hornblende gemengt. Er ist durchgängig schwarzgrau oder bräunlich. Im Serpentin kommt weifser, gelber, schwarzer, schwarzgrüner, brauner stark glänzender, kupferrother und violetter Glimmer vor. Der silberweifse zeigt sich

nur auf der äufseren Fläche der Platten und nur als leichter Anflug; im Innern dagegen sehr selten und spärlich. Bei der grofsen Mannichfaltigkeit beider Gebirgsarten ist das relative Verhältnifs des Glimmer in ihnen schwer zu bestimmen. So weit sie zu Tage liegen, möchte das Verhältnifs im Serpentin $1/_{10}$, im Granit $1/_{50}$ sein. In letzterem bleibt sich das Verhältnifs in verticaler Richtung gleich, im Serpentin nimmt der Glimmer in unteren Teufen ab, welches offenbar zeigt, dafs dieser ein Product des von oben nach unten fortschreitenden Umwandlungsprocesses ist.

Unter den von Fallou erhaltenen Stufen findet sich eine mit der Beschreibung „Chlorit zwischen Granulit und Serpentin von *Saalbach* bei *Waldheim*“.

Da der Chlorit, wie sich aus dem Vorhergehenden ergibt, eine so wichtige Rolle in dem dortigen Serpentin spielt: so unterwarf ich dieses Mineral der chemischen Analyse. Es ist unvollkommen spaltbar und zeigt auf den Spaltungsflächen kleine in verschiedenen Richtungen liegende glänzende Blättchen, welche im reflectirten Lichte zum Theil grünlichweifs, zum Theil hell tombackfarben sind, an manchen Stellen auch röthliche und blaue Farben zeigen. Wo das Licht nicht reflectirt wird, erscheint die Masse dunkel- oder schwarzgrün, und ebenso erscheinen die zusammengehäuften Blätter an den Kanten. Das ganze Mineral möchte man mit einem regellosen Haufwerke verschiedenartiger Glimmerblättchen vergleichen. Das Material war zu gering, um die unzweifelhaft verschiedenen Substanzen von einander zu sondern und jede für sich zu analysiren. Um dies auf chemischem Wege so viel wie möglich zu erreichen, habe ich das Ganze fein gepulvert, das Pulver sorgfältig gemengt und davon Proben für nachfolgende Untersuchungen genommen. Das in der Siedhitze des Wassers getrocknete Mineral enthielt nach zwei übereinstimmenden Versuchen 1,13 % Wasser, welches direct bestimmt wurde. Starkes Glühen bewirkte eine Gewichtszunahme von 0,44 %, welche ohne Zweifel von höherer Oxydation des Eisenoxydul herrührte. Beim Behandeln mit verdünnter Salzsäure zeigte sich kein merkliches Brausen. Da geglühter Chlorit in Salzsäure

löslich ist: so wurde das geglühte Mineral mit dieser Säure digerirt. Es wurden aber nur 7,44 % ausgezogen, welche aus 3,55 Thonerde und Eisenoxyd, 0,45 Kalkerde und 1,66 Magnesia bestanden. Da sich hierbei ein bedeutender Verlust ergab: so war auf die Gegenwart von Alkalien zu schliefsen.

Die durch Digeriren des Minerals mit Salzsäure ausgeschiedene Kieselsäure enthielt perlmutterartig glänzende weifse Blättchen, welche durch Schlämmen von der pulverförmigen Kieselsäure leicht gesondert werden konnten. Obgleich schon von Kobell[1]) bemerkt, dafs einaxiger Glimmer, wenn er durch concentrirte Schwefelsäure zersetzt wird, die Kieselsäure in solcher Form zurückläfst: so hielt ich es doch der Mühe werth, jene Blättchen, welche so sehr den Glimmerblättchen glichen, näher zu untersuchen. Sie betrugen ungefähr 3 Mal soviel wie die pulverförmige Kieselsäure und lieferten daher Material genug zur Analyse. Nach Behandeln mit Flufssäure blieben 0,47 % Thonerde und Eisenoxyd und 0,11 % Magnesia zurück, und es war eine deutliche alkalische Reaction wahrzunehmen. Sollten vielleicht diese Basen, obwohl in so geringer Menge vorhanden, die Ursache dieser eigenthümlichen Form der abgeschiedenen Kieselsäure sein?

Für die quantitative Analyse wurde das Mineral durch concentrirte Schwefelsäure bei gelinder Digestion zersetzt und gefunden:

	I.		II.
Kieselsäure . . .	47,43		47,43
Thonerde . . .	13,77		13,77
Eisenoxyd . . .	16,98	oxydul	15,45
Magnesia . . .	15,42		15,42
Kali	5,17		5,17
Natron	1,38		1,38
Wasser	1,13		1,13
	101,28		99,75

Die Kieselsäure enthielt gleichfalls viele perlmutterartig glänzende Blättchen, welche nach Behandeln mit

[1]) Kastner's Archiv. Bd. XII. S. 35.

Flufssäure 1,97 % Thonerde und Eisenoxyd und 0,46 % Magnesia zurückliefsen; also bei weitem mehr als die oben angeführten Blättchen, ob, wie wahrscheinlich, auch darin Alkalien enthalten waren, wurde nicht geprüft. Da die Menge dieser Blättchen nur approximativ bestimmt werden konnte: so war es nicht möglich, die Analyse nach den darin gefundenen Basen zu corrigiren. Jedenfalls sind daher die Basen etwas zu niedrig und die Kieselsäure etwas zu hoch bestimmt worden [1]). Da das Eisen wenigstens gröfstentheils unzweifelhaft als Oxydul vorhanden ist: so wurde danach in II die Analyse corrigirt. Von Kalkerde, welche bei der Behandlung des Minerals mit Salzsäure in bestimmbarer Menge gefunden wurde, war in der letzten Analyse keine Spur zu finden. Diese Erde ist daher im Mineral ungleichmäfsig vertheilt, wahrscheinlich als kohlensaurer Kalk, obgleich es allerdings nicht mit Säuren brauste. Von Mangan zeigte sich keine Spur.

Das Mineral ist demnach nichts weniger als Chlorit, sondern Magnesiaglimmer mit etwas grofsem Kieselsäuregehalt. Wir müssen es übrigens dahingestellt lassen, ob es nicht ein Gemeng verschiedener Glimmerarten ist, vielleicht auch etwas Chlorit enthält. Die oben angegebenen verschiedenen Farben deuten auf ein solches Gemeng, und die unvollkommene Spaltbarkeit läfst schliefsen, dafs der Umwandlungsprocefs in Glimmer noch nicht ganz vollendet war, und dafs, wie bei pseudomorphen Glimmern so häufig, noch etwas freie Kieselsäure zwischen den Blättern eingeschlossen war. Nach den Resultaten dieser Analyse erscheint es etwas zweifelhaft, ob die Chloritgänge, welche im Serpentin von *Greifendorf* und *Waldheim* so häufig vorkommen, durchgängig solche sind, oder ob nicht hier und da Glimmer mit Chlorit verwech-

1) Mit grofser Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, dafs die Kieselsäure, welche aus den Magnesiaglimmern durch Schwefelsäure abgeschieden wird, stets noch Basen enthält. Bei künftigen Analysen darf daher nicht vernachlässigt werden, die Kieselsäure, mag sie ganz oder theilweise in Blättchen erhalten werden, auf Basen zu prüfen.

selt worden ist. Jedenfalls ist zu wünschen, dafs auch hier die chemische Analyse nachhelfen möge.

Aus welchen Mineralien der analysirte Glimmer hervorgegangen ist, läfst sich nicht bestimmen. Da aber der auf den Spaltungsflächen der plattenförmigen Absonderungen vorkommende Glimmer (S. 795) häufig mit Hornblende gemengt ist: so mag diese das Material geliefert haben (S. 679). Nur der sparsam vorkommende weifse Glimmer (S. 795) kann ein Umwandlungsproduct des Feldspath sein. Wo übrigens verschiedenartige Mineralien, welche Gebirgsgesteine zusammensetzen, einer Umwandlung in Serpentin unterliegen, da sind es die Zersetzungsproducte allein, welche die Bildung neuer Mineralien bedingen. So mag es sein, dafs in den in Rede stehenden Gesteinen der Feldspath die alkalischen Silicate für alle Glimmerbildungen geliefert habe; denn diese Silicate haben keine Verwendung in den anderen Umwandlungsproducten gefunden.

Welche mannichfaltigen Umwandlungen im Granulit von Statten gegangen sind, zeigt die Granulitbreccie. Sie ist eine Masse zertrümmerten Granulits, welche wellenförmig geschichtet, mehr oder weniger aufsteigt, nach allen Richtungen sich neigt und sonach eine von dem anstofsenden Granulit ganz abweichende Lage hat. Sie besteht gröfstentheils aus Granulit in scharfkantigen Bruchstücken von 1 bis 24 Zoll Durchmesser, welche mit einzelnen Lagen und zum Theil mächtigen Bänken von Eisenkiesel, Serpentin, Serpentinmulm und lockerem schiefrigem Glimmerletten wechseln. In letzterem finden sich wieder Knollen von Granulit und Hornblendegestein und Eisenkiesblöcke. Die gröfsten der letzteren sind bisweilen mit einer glänzenden Rinde von Talk überzogen, der auch in Lagern und Nestern vorkommt, während die mächtigsten Eisenkieselbänke manchmal Quarz und Kalkspathdrusen enthalten. Der in Schichten mit Eisenkiesel und Glit wechselnde Serpentin ist so zerklüftet, dafs er leicht in kleine Bruchstücke zerfällt; manchmal zeigt sich auf den Klüften Aragonit.

Die Gemengtheile der Breccie, aufser dem noch nicht zersetzten Granulit und Serpentin zeigen, was aus

dem Gesteine ausgeschieden werden mufste, ehe es ganz in Serpentin übergehen konnte. Alles was demselben fremd war, namentlich der Eisenkiesel, mufste in späteren Perioden durch die Gewässer fortgeführt werden.

Der Serpentintuff, welcher jene Breccie zu beiden Seiten begrenzt, ist ebenfalls eine breccienartige Masse, welche aus erdigem schwarzen oder rothbraunen Serpentin besteht und ganz durchschwärmt ist von Eisenkiesel, Schwarzeisenstein (Psilomelan?) und Chlorit, so wie von Quarz und Hornblende. Stellenweise geht die weiche Grundmasse in festen plattenförmigen Serpentin über, der mit Chlorit wechselt und dessen Bruchstücke mit Kalktuff überzogen sind. Im Hangenden grenzt der Serpentintuff unmittelbar an den normalen Granulit und der Eisenkiesel erscheint mit dem letzteren verwachsen. Im Liegenden ist der Granulit ungefähr 50 Schritt weit in ein mürbes Gestein zersetzt, obwohl er noch seine ursprüngliche Structur und Lagerung zeigt. Auf der anderen Seite geht stellenweise die Serpentinbreccie in Lager von Eisenkiesel und dieser in Granulitbreccie über, in welcher sich in Höhlungen Eisenkieseltrümmer finden. Auch ein Asbestgang setzt durch diese Trümmerschichten [1]).

Diese Lagerungsverhältnisse lassen vermuthen, dafs die Serpentinbreccie nicht aus zersetztem Serpentin hervorgegangen ist. Der Kieselsäuregehalt des Serpentin schwankt, abgesehen von den älteren und weniger zuverlässigen Analysen, nur zwischen 45 und 40 %; in den meisten Analysen differirt er nur sehr wenig von dem aus der chemischen Formel berechneten Gehalt (S. 777). Hat daher der oben erwähnte feste Serpentin einen solchen normalmäfsigen Kieselsäuregehalt: so kann der Eisenkiesel und Quarz, welche den Serpentintuff durchschwär-

[1]) Delesse (Jahrb. für Mineral. 1848. S. 257) analysirte einen solchen Asbest, der sich in den 1 bis 2 Centimeter Mächtigkeit nicht übersteigenden Gängen, welche den Serpentin der *Vogesen* nach allen Richtungen durchziehen, findet. Die höchst dünnen Fasern stehen auf den Wänden senkrecht und haben die Zusammensetzung von Kobell's Chrysotil.

men, nicht von Kieselsäure herrühren, welche aus dem Serpentin ausgeschieden worden wäre.

Nach F a l l o u's brieflichen Mittheilungen hat man beim Bau der *Chemnitzer* Eisenbahn, westlich von *Waldheim,* Serpentin aufgeschlossen, der 10 Fufs tief in Chloritletten[1]) umgewandelt war. Beim Graben eines Brunnens in der Nähe seines Hauses fand sich gleichfalls zersetzter Serpentin, der gleichartig mit jenen Chloritletten war. An diesen 20 Fufs unter Tage im Geröllschutt liegenden Stücken lassen sich alle Grade der Zersetzung bis zum Kern des festen Gesteins verfolgen. Diese Serpentine zeigen demnach ihre Zersetzungsproducte und ihre grofse Unähnlichkeit mit jenem Serpentintuff, und liefern daher ein neues Argument gegen die Annahme, dafs dieser aus Serpentin hervorgegangen sein könnte. Weit mehr ist zu vermuthen, dafs der Breccientuff ein noch im Werden begriffener Serpentin sei.

Das Vorstehende zeigt, dafs durch Zersetzung des Eklogit und Granulit die sämmtlichen Magnesiasilicat haltenden Zersetzungsproducte, Serpentin, Chlorit, Talk und Speckstein, ersterer jedoch in überwiegender Menge, entstehen können. Es ist nicht zweifelhaft, dafs sich auch der Glimmer an diese Zersetzungsproducte reiht, und der schwarzgrüne, braune und kupferrothe im Serpentin ist wie der analysirte (S. 798) gewifs Magnesiaglimmer. Die Kalksilicate in der Hornblende und im Granat sind bis auf Minima zersetzt worden: die erwähnten Kalküberzüge u. s. w. zeigen noch die Reste dieser zersetzten Silicate; bei weitem der gröfste Theil des kohlensauren Kalk ist aber gewifs durch die Gewässer fortgeführt worden. Dafs das Eisen und die Kieselsäure der zersetzten Gebirgsarten nur theilweise in die Magnesiasilicate haltenden Zersetzungsproducte eingegangen

[1]) Der chemischen Untersuchung mufs es überlassen bleiben, ob dieser Letten wirklich chloritisch ist, und ob daher der Serpentin im Stande ist, Thonerde aufzunehmen. Da der Serpentin als feines Pulver von Schwefelsäure und concentrirter Salzsäure vollkommen zersetzt wird: so ist damit die Möglichkeit gegeben, dafs er auch nach und nach von kohlensaurem Wasser zersetzt wird; aber dann kann kein Chlorit entstehen.

sind, zeigen die bedeutenden Massen von Eisenkiesel; aber gewifs haben die Gewässer mehr oder weniger von ihnen gleichfalls fortgeführt. Ob auch Thonerdesilicat der ganzen Gebirgsmasse entzogen wurde, oder ob die Thonerde im Chlorit und im Glimmer ein Aequivalent für diejenige ist, welche in den zersetzten Gesteinen enthalten war, wird sich schwerlich entscheiden lassen. Es ist übrigens zu vermuthen, dafs während der Zersetzungsprocesse ursprünglich vorhanden gewesene Mineralien theilweise regenerirt wurden: vom Glimmer ist es gewifs, von der Hornblende nicht unwahrscheinlich; denn Fallou fand in ihr eine Quarzkugel eingeschlossen.

Wenn die an Magnesia reichsten Hornblenden (Tremolit von *Gullsjö*), Augite (von *Pargas*) und Granate (schwarzer von *Arendal*) sich in den edlen Serpentin von *Fahlun* (nach Lychnell's Analyse) ohne Veränderung des Volumens umwandeln sollen: so müssen abgeschieden und aufgenommen werden nach Procenten von

	I. Hornblende		II. Augit		III. Granat	
	abgeschieden	aufgenommen	abgeschieden	aufgenommen	abgeschieden	aufgenommen
Kieselsäure . .	25,90	—	23,43	—	15,86	—
Magnesia . . .	—	7,80	—	8,40	—	12,34
Kalkerde . . .	14,11	—	15,70	—	6,53	—
Eisenoxydul .	—	1,29	0,81	—	7,88	—
Manganoxydul .	—	—	0,43	—	6,27	—
Thonerde . .	—	0,30	2,55	—	22,24	—
Bitumen und Kohlensäure . .	—	2,76	—	2,61	—	2,17
Flufssäure . .	0,94	—	—	—	—	—
Wasser . . .	—	9,32	—	8,90	—	7,41
	40,95	21,47	42,92	19,91	58,78	21,92

Bei der Umwandlung dieser drei Mineralien, von denen im Eklogit und Granulit die Hornblende und der Granat vorzugsweise vorkommen, mufsten unter der Bedingung, dafs sich das Volumen nicht änderte, nicht unbedeutende Mengen von Magnesia aufgenommen werden. Diese Mengen werden natürlich noch viel bedeutender, wenn diese Mineralien arm an Magnesia waren. Da der Umwandlungsprocefs bei *Greifendorf* und *Waldheim* von

oben nach unten von Statten ging: so konnten es nicht aufsteigende Quellen, sondern es mufsten Tagewasser gewesen sein, welche die Umwandlung bewirkt hatten. Dann konnten aber diese Wasser nur den Gesteinen nahe an der Oberfläche Magnesia als Carbonat oder als Silicat entzogen und den Gesteinen unterhalb derselben zugeführt haben, und dadurch mufste das ganze Gebirge einen absoluten Verlust erlitten haben; denn Kieselsäure und Kalk mufsten aus allen obigen Mineralien fortgeführt werden, wenn eine Umwandlung in Serpentin erfolgen sollte. In diesem Falle würden aber den oberen Theilen des Gebirges die Bedingungen zur Umwandlung in Serpentin, das Vorhandensein der Magnesia, noch mehr entzogen worden sein. Wenn aber dem Eklogit und Granulit keine Magnesia durch die Gewässer zugeführt wurde: so konnte ihre vollständige Umwandlung in Serpentin nur dadurch erfolgen, dafs noch gröfsere Quantitäten Kieselsäure als die obigen Berechnungen ergeben, fortgeführt wurden, und eine Folge davon würde sein, dafs das Volumen des ursprünglichen Gebirges sich bedeutend vermindert haben würde. In jedem Falle mufsten Senkungen eintreten, hier mehr dort weniger, weil die Zersetzung hier mehr dort weniger fortschritt. Diese Fortführung von Stoffen, welche langsam von Statten ging, ist gewifs hinreichend, die Dislocationen zu erklären; man braucht daher nicht zu gewaltsamen Zerreifsungen und Zertrümmerungen oder zu Gaseruptionen u. s. w. Zuflucht zu nehmen.

Die fortgeführte Kieselsäure finden wir im Eisenkiesel wieder. Die in I und II aufgenommenen oder ausgeschiedenen Basen, Thonerde, Eisen- und Manganoxydul, kommen, da sie nur kleine Gröfsen sind, nicht in Betracht; in III sind aber die ausgeschiedenen Basen bedeutend. Das Eisen finden wir wieder im Eisenkiesel, das Mangan im Psilomelan. Die Thonerde können wir nur im Chlorit und Glimmer und wahrscheinlich nur theilweise darin suchen. Wo daher viel von diesen Zersetzungsproducten im Serpentin gefunden wird, da ist zu vermuthen, dafs im ursprünglichen Gesteine viele Granate vorhanden waren.

Fournet[1]) gibt ein seltsames Gemisch von schätzenswerthen Beobachtungen und unhaltbaren plutonischen Ansichten von den Serpentinen in den Alpen zwischen *Wallis* und *Oisans*, welche ähnliche Uebergänge, wie die sächsischen Serpentine zeigen. Am *Mont-Jovet* im *Aosta*-Thale sind Horndlendegesteine in zahllosem Wechsel mit Serpentin, Eklogit, Quarz, Glimmer oder Granaten führenden Kalk. Granate findet man auch mitten im Serpentin, wie in den Thälern von *Chamouni* und von *St. Nicolas* in *Wallis*, oder sie erscheinen krystallisirt in Spalten solcher Gesteine, wie bei *Mussa* in *Piemont*; manchmal stellen sie sich auch auf scharf abgeschnittenen Adern dar. Fournet schreibt dem Wasser, der Kohlensäure und selbst dem Bitumen einen Antheil an den Bildungsprocessen zu; er läſst Silicate durch Kohlensäure zersetzen und von den kieseligtalkigen Massen trennen; das gröſste Hinderniſs freier Trennung der verschiedenen Elemente des Serpentin findet er aber in der geringen Schmelzbarkeit einfacher Magnesiasilicate. Wir würden dasselbe Hinderniſs finden, wenn wir auch nur entfernt an feuerflüssige Zustände denken könnten.

Wir haben gesehen, daſs bei der Umwandlung der Granate in Serpentin beträchtliche Mengen Thonerde ausgeschieden werden. Die Zersetzung des Feldspath liefert nicht minder bedeutende Quantitäten. Ist diese Umwandlung nicht mit einer dieser Thonerde entsprechenden Bildung von Chlorit und Glimmer verknüpft, und wird die Thonerde nicht als Silicat von den Gewässern fortgeführt: so müssen Serpentine reich an Thonerdesilicaten entstehen. Da die Serpentine keine selbständige Krystallgestalt annehmen können: so können diese Silicate kein Hinderniſs für ihre Bildung sein. Es ist daher denkbar, daſs Zersetzungsproducte entstehen, welche nur 1 % Serpentin und 99 % Thonerdesilicat enthalten; solche Gemenge wird man freilich nicht mehr Serpentin nennen. Kerolith, Dermatin, Antigorit[2]), Spadait, Chonikoit, Pyro-

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1846. S. 363 ff.

[2]) Nach der Analyse eines Antigorit von G. J. Brush enthält derselbe: Kieselsäure 41,58, Magnesia 36,80, Eisenoxydul 7,22, Thon-

sklerit, Remalit, Retinalit, Prasilit, Pikrosmin, Monradit, Villarsit, Metaxit [1]) u. s. w. werden in oryktognostischen Werken als Mineralien angeführt, die dem Serpentin sehr nahe stehen, und die wohl meist aus der Umwandlung anderer Mineralsubstanzen hervorgegangen sind. In ihnen fehlt die Thonerde manchmal ganz, bei weitem in den meisten tritt sie aber auf und steigt von 0,3 bis zu 17 %. Aus allen diesen Mineralien kann gewifs Serpentin hervorgehen, wenn die Thonerde bis auf ein Minimum herabsinkt oder ganz verschwindet. Uebrigens findet sich ja in nicht wenigen Serpentinen Thonerde.

Delesse [2]) stellte eine schätzenswerthe chemische Untersuchung des Serpentin der *Vogesen* an. Folgende Mineralien sind in demselben theils eingesprengt, theils finden sie sich auf kleinen Gängen, theils zeigen sie beide Arten des Vorkommens. Am gewöhnlichsten erscheint der Granat in der Grundmasse. Sein Kieselsäuregehalt = 41,56 % ist gleich dem des gemeinen Serpentin, in welchem er vorkommt. Sowohl der Granat als die übrigen Silicate des Serpentin enthalten etwas Chromoxyd. Chromeisen und Magneteisen sind im Serpentin der *Vogesen* häufig. Ersteres hat sich oft im Innern der Granatknoten ausgeschieden und ist darin bald unregelmäfsig zerstreut, bald näher der Oberfläche, bald concentrische Zonen nach dem Mittelpunkte bildend. Eisenkies findet sich ziemlich selten,

erde 2,60, Wasser 12,67. Er betrachtet ihn als eine schiefrige Varietät von Serpentin. Es gilt hier dieselbe Bemerkung wie beim folgenden Metaxit, Jahresber. 1857. S. 678. Eine Analyse von einem schaligen Serpentin von *Windisch-Matrei* vom *Kalser Thale* in *Tyrol* kommt mit der eben genannten so nahe überein, dafs man ihn ebenfalls für einen Antigorit halten kann, und eben so nahe ist die Uebereinstimmung mit der unten angeführten Metaxit-Analyse. Metaxit und Antigorit erscheinen daher als identische Varietäten des Serpentin. Chem. Centralblatt. S. 857. No. 45.

[1]) Nach der Analyse eines grünlichweifsen dickschaligen Metaxit von *Pregratten* in *Tyrol* enthält derselbe: Kieselsäure 42,19, Magnesia 38,71, Eisenoxydul 5,98, Thonerde 0,62, Wasser 12,54. Diese Zusammensetzung kommt der des Serpentin sehr nahe, wenn man das Eisenoxydul als einen theilweisen Vertreter der Magnesia betrachtet. Chem. Centralblatt. 1857. No. 45.

[2]) Ann. des Mines. Sér. IV. T. XIV. p. 476.

vorzugsweise in Granat. Bronzit, erscheint bisweilen zerstreut in der Grundmasse, gewöhnlich aber in gröfseren Massen oder er folgt den Gängen, welche an ihren Saalbändern mit dem Serpentin sich vereinigen und ihn nach allen Richtungen durchsetzen. In seiner Zusammensetzung nähert er sich sehr dem Bronzit, welcher (S. 651. No. 7) angeführt ist. Er enthält 1,5 % Chrom- und Manganoxyd. Wie der Serpentin das an Magnesia reichste Gestein ist, so ist es auch der darin enthaltene Bronzit.

Der Serpentin der *Vogesen* enthält einen Chlorit, welcher sich auf kleinen Adern und im Innern der Granatknoten, vorzüglich derjenigen, welche von ersteren abgeschnitten werden oder ihnen nahe liegen, findet. Durch noch jetzt wirkende Processe fand hier die Bildung von Pseudomorphosen statt, welche die Granatkrystalle nach und nach in Chlorit umgewandelt haben (S. 595). Es ist übrigens sehr wahrscheinlich, dafs diese Pseudomorphose noch nicht vollständig war. Dieser Chlorit enthielt 1,49 % Chromoxyd (S. 762). Die Umwandlung des Granat in Chlorit ist keine locale Erscheinung, man bemerkt sie mehr oder weniger in allen Serpentinen der *Vogesen*. In Beziehung auf die Erklärung dieser Umwandlung verweist er auf die von mir nachgewiesene Zersetzung des Kalksilicat durch Magnesiabicarbonat (Kap. I. No. 16).

Im Serpentin vom *Tholy*, von *Neymont* und *Corcieux* sind die Bronzitgänge häufig von Chlorit begleitet. In dem von *Xettes* kommt ein schöner Chlorit in grofsen bläulichgrünen durchscheinenden Blättern vor, begleitet von Kalkspathadern. In dem von *Goujot* und *Col de Bonhomme* finden sich blafsgrüne perlglänzende Blättchen eines minder eisenreichen Chlorit.

Der Serpentin der *Vogesen* ist wie alle Serpentine von zahlreichen asbestartigen Gängen von Chrysotyl durchsetzt. Dieser ist nicht ein faseriger Serpentin, sondern nach Delesse's Analyse [1]) scheinen Serpentin und Chrysotyl dimorphe (?) Zustände derselben Verbindung zu sein.

Der edle Serpentin bildet gleichfalls Gänge in der

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1848. S. 257.

Serpentingrundmasse. Beide enthalten häufig Chrom, und die verschiedene Färbung des ersteren deutet auf einen verschiedenen Chrom- und Eisengehalt. Kohlensaurer Kalk ist ein sehr häufiger Begleiter des edlen Serpentin. Wahrscheinlich ist er ein Ausscheidungsproduct aus dem unreinen Serpentin, der manchmal etwas kalkhaltig ist, während der edle oder überhaupt der reine Serpentin kalkfrei ist.

Bisweilen findet sich im Serpentin der *Vogesen* Dolomit, aber immer nur sehr zufällig. Kleine Eisenglanzkrystalle kommen in ihm vor. Wie der Serpentin von *Waldheim* und *Greifendorf* schliefst er manchmal granitische Massen ein.

Nachstehende Analysen wurden von Delesse angestellt.

	I.	II.
Kieselsäure	40,83	42,26
Thonerde	0,92	chromhaltig mit Manganoxyd 1,51
Eisenoxydul	7,39	7,11
Manganoxydul	Spur	—
Kalkerde	1,50	0,80
Magnesia	37,98 [1]	38,90 [1]
Chromoxyd	0,68	—
Glühverlust	10,70	9,42
	100,00	100,00

I. Schwärzlichgrüne Grundmasse des Serpentin vom *Col de Pertuis*. Sie wurde von Salzsäure angegriffen, die Kieselsäure körnig abgeschieden; die Zersetzung war aber nicht vollständig. Die Menge des beigemengten Granat betrug 4,17 % oder etwas weniger.

II. Kastanienbrauner Serpentin von *Goujot*, welcher grüne Adern und röthlichen und grünen Granat enthielt.

Beide Serpentine weichen unter sich und von der oben angegebenen normalen Zusammensetzung (S. 777) wenig ab. Beide Analysen zeigen, dafs die Grundmasse des granatführenden Serpentin nicht reicher an Thonerde ist, als die des granatfreien, und dafs mithin diese Erde dem Granat zugehört. Die braune Farbe von II ist von den Oxyden

[1]) Aus dem Verluste bestimmt.

des Eisens abhängig; es ist indefs auffallend, dafs der Eisengehalt in beiden ziemlich gleich ist. Das Chromoxyd in I scheint theilweise von zersetztem Chromeisen, welches beigemengt war, herzurühren. Der Serpentin II enthält davon nur Spuren, was übrigens von allen Serpentinen der *Vogesen* von der verschiedensten Färbung gilt.

Das mächtige Serpentinlager von *Snarum* ist nach Böbert[1]) von Gneifs umgeben. Von welcher Seite man sich ihm nähert, stets folgt auf den Gneifs ein sehr ausgebreitetes Quarzlager, dann ein Gemeng aus Quarz und Bitterspath, hierauf ziemlich reiner Bitterspath, ein Uebergang von diesem in Serpentin, Spuren von gemeinem Serpentin, endlich ein Kern von edlem Serpentin, und in dessen Mitte Merkmale einer Specksteinbildung.

Aus der Vergleichung der Analyse des Olivin mit der des Serpentin von *Snarum* (S. 695) ergibt sich, dafs während der Umwandlung des ersteren in letzteren Kieselsäure, Magnesia und Eisenoxydul abgeschieden und Thonerde sowie Wasser aufgenommen werden mufsten, sofern bei dieser Umwandlung keine Veränderung des Volumens eingetreten ist. Die Kieselsäure finden wir im Quarzlager, die Magnesia im Bitterspath wieder. Nach den Verhältnissen der Serpentinlager bei *Greifendorf* und *Waldheim* zu schliefsen, möchte sich zu *Snarum* das abgeschiedene Eisenoxydul im Quarzlager wieder finden. Während, wie wir gesehen haben, bei der Umwandlung der Hornblende, des Augit und Granat in Serpentin entweder Magnesia aufgenommen oder noch mehr Kieselsäure, als die Rechnung zeigt, abgeschieden werden mufs, bietet der Olivin den einzigen Fall dar, in dem Magnesia abgeschieden wird[2]), und damit ist nicht blos der das Serpentinlager zu *Snarum* umgebende, sondern auch der

[1]) Gaea norvegica. Heft I. S. 137.

[2]) Dafs überhaupt die Zersetzung des Olivin mit einer Ausscheidung von Magnesia verknüpft ist, zeigen die oben (S. 697) angeführten zersetzten Olivine. Wenn mit dieser Zersetzung die vollständige Oxydation des rückständigen Eisenoxydul verknüpft ist: so kann natürlich kein Serpentin aus ihm entstehen. Daher kann eine solche Umwandlung nur gedacht werden, wenn die Gewässer, welche sie bewirken, wenig oder gar keinen Sauerstoff enthalten.

Bitterspath, welcher manche der dortigen Serpentine ganz durchzieht, in völliger Uebereinstimmung. Damit ist ferner in Uebereinstimmung, dafs in jenen sächsischen Serpentinlagern, wo Olivin nicht das Material geliefert hat, Bitterspath nicht, oder vielleicht nur in ganz unbedeutenden Mengen in Drusenräumen vorkommt. Sollte zu *Snarum*, wie unzweifelhaft in den sächsischen Serpentinlagern, eine Verminderung des Volumens des ursprünglichen Gesteins eingetreten sein: so würde die Menge der ausgeschiedenen Bestandtheile noch mehr betragen haben als die Rechnung ergibt. Die so bedeutenden Massen von Quarz und Bitterspath, welche jene Serpentinlager umgeben, scheinen sehr dafür zu sprechen.

Die gröfste Menge Thonerde, welche bisher im Olivin gefunden wurde, beträgt 0,22 %. Enthielt der von *Snarum* selbst dieses Maximum, so mufste doch noch von dieser Erde von aufsen hinzutreten. Irgend ein anderes thonerdehaltiges Mineral mufste daher vorhanden gewesen sein, und dies entspricht auch dem bis jetzt bekannten Vorkommen des Olivin nur in Begleitung mit thonerdehaltigen Mineralien. Denken wir uns den Olivin in einem Hornblendegesteine wie am *Huron-See:* so ist leicht zu begreifen, wie das ganze Gestein sich in Serpentin umwandeln und die Hornblende die im Olivin fehlende Thonerde liefern konnte. In diesem Falle konnten sich der Ueberschufs der Magnesia im Olivin und der Mangel derselben in der Hornblende so gegen einander ausgleichen, dafs gar keine Ausscheidung der Magnesia erfolgte; mithin Bitterspath nicht gebildet werden konnte.

Das dem Bronzit ähnliche Mineral in den Olivinkugeln vom *Dreiser Weiher* (S. 652), welches 4,21 % Thonerde enthält, würde, wenn es dem Olivin von *Snarum* beigemengt gewesen wäre, dem dortigen Serpentin die nöthige Menge dieser Erde geliefert haben. Die Möglichkeit der Umwandlung des an Magnesia so reichen Bronzit in Serpentin ist, da der Augit einer solchen Umwandlung fähig ist, nicht zu bezweifeln.

Kommen Gewässer, Eisenoxydulbicarbonat enthaltend, mit Glimmer in Berührung und wandelt sich jenes durch Oxydation in Eisenoxydhydrat um: so ist nach

Kap. I. N. 48 eine Umwandlung des Kalisilicat in Eisenoxydsilicat denkbar. Das Kali wird fortgeführt, und der Rückstand nähert sich der Mischung des Serpentin. Serpentine, welche noch Alkalien enthalten, können auf diese Weise entstanden sein. Die ältern Analysen weisen freilich nur Natron (von 0,42—12,00 %) und kein Kali, den gewöhnlichen Bestandtheil des Glimmer nach; in Kenngotts Uebersicht [1]) findet sich indeſs eine Analyse eines Serpentin, worin Schmidt Natron und Kali fand, und H. Fischer [2]) fand in den Serpentinen des *Schwarzwalds* gleichfalls sehr häufig beide Alkalien.

[1]) 1858. S. 58.

[2]) Berichte der naturf. Ges. zu *Freiburg i. B.* Bd. II. No. 16.

Kapitel XL.

Speckstein, Talk und Meerschaum.

Vorkommen. Der Speckstein kommt im Glimmerschiefer, Gneiſs, körnigen Kalk, Serpentin und Granit vor; in den beiden letzteren Gesteinen auf Gängen. Er findet sich ferner in kleinen Nieren und auf Trümmern von Basalt, in Drusenräumen der Mandelsteine und auf Erzgängen. Der Talk kommt im Talkschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Serpentin, Gneiſs, körnigen Kalk, Diorit, auf Quarzgängen im Granit, Dolomit, auf Erzgängen, in Drusenräumen und als Versteinerungsmittel von Pflanzen im Liasschiefer und Alaunschiefer vor. Der Meerschaum findet sich als ein mächtiges Lager im Syenit (*Pinheiro* in *Portugal*) im Serpentin, und als Versteinerungsmittel von *Helix*.

Speckstein und Talk werden weder vor noch nach dem Glühen von Säuren angegriffen; der Meerschaum wird hingegen von Salzsäure zersetzt, wobei sich der gröſste Theil der Kieselsäure in Flocken ausscheidet.

Zusammensetzung. Daſs das Wasser ein wesentlicher Bestandtheil des Speckstein und Talk ist, haben Delesse und de Marignac gezeigt [1]). Durch ausführliche von Th. Scheerer [2]) mit groſser Sorgfalt unternommene Analysen von 38 Exemplaren Talk, Speckstein und Meerschaum von den verschiedensten Fundorten ist dies vollkommen bestätigt worden. In einigen Talken fand er sehr kleine Mengen, gewöhnlich nur Spuren von Kohlensäure, welches die schwierige Zersetzung der Magnesiasilicate durch diese Säure zeigt. Scheerer bringt diese Magnesiasilicate in sechs Gruppen.

[1]) Compt. rend. 1846. T. XXII. No. 14.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIV. S. 321 ff.

Nach ihm sind die Specksteine durchaus krystallinisch, wovon man sich leicht durch eine mikroskopische Untersuchung mit polarisirtem Lichte überzeugen kann. Sie bestehen aus einer lockeren Zusammenhäufung krystallinischer Partikel, deren optische Achsen in verschiedenen Richtungen liegen. Ein formloser und ein nierenförmiger Speckstein so wie einer in Formen von Quarz, ein anderer in Formen von Bitterspath zeigen sich in ihrer Zusammensetzung völlig identisch.

Die Meerschaume verhalten sich im polarisirten Lichte gröfstentheils vollkommen amorph. Die von Scheerer analysirten vier Meerschaume enthalten alle Kohlensäure (0,56 bis 2,73 %) und selbst diejenigen, in denen kein Kalk vorhanden ist und worin die Kohlensäure wohl nur an Magnesia gebunden sein kann. Es bleibt unentschieden, ob dieses Magnesiacarbonat ein ursprüngliches oder ein erst durch Zersetzung von Magnesiasilicat entstandenes Product ist.

Scheerer bestimmte die mittlere Zusammensetzung des Speckstein aus 5 Analysen verschiedener Specksteine und die des Talk aus 4 sehr nahe übereinstimmenden Analysen verschiedener Talke und fand, wenn man von geringen Mengen anderer Basen abstrahirt, beide Mineralien von identischer Zusammensetzung I. Ebenso bestimmte er die mittlere Zusammensetzung des Meerschaum II.

	I.	II.
Kieselsäure	62,61	63,01
Magnesia	32,51	27,78
Wasser	4,88	9,21
	100,00 [1]	100,00
Sauerstoffquotient exclusive Wasser	0,4	0,333

In 7 anderen Analysen von Talk sinkt die Magnesia bis auf 30,07 % herab, während die anderen Basen zunehmen.

Die 20 vorliegenden Analysen von Speckstein geben durchgängig Eisenoxydul (bis 6,85 %) an, 3 davon Manganoxydul (bis 1,4 %), 5 Thonerde (bis 0,84 %), 1 Natron

[1]) Dies stimmt auch mit früheren Analysen dieser Mineralien überein.

mit etwas Kali (0,75 %) und 2 bituminöse Substanzen (bis 4,08 %). Die 30 Analysen von Talk geben gleichfalls durchgängig Eisenoxydul oder Eisenoxyd (11,7 %), 19 davon Thonerde (bis 5,37 %), 1 Kali (2,5 %), 5 Kalkerde (bis 8,1 %), 7 Nickeloxyd (bis 0,39 %), 1 Kohlensäure (2,5 %) an. Die 7 Analysen des Villarsit, Spadait, Pikrosmin, Pikrophyll und Aphrodit, welche wesentlich einfache Magnesiasilicate nach anderen Mischungsverhältnissen als die vorhergehenden sind, geben sämmtlich Eisenoxydul (bis 6,9 %), 4 davon Manganoxyd (bis 2,86 %), 4 Thonerde (bis 1,1 %), 1 Kali (0,46 %), 3 Kalk (bis 0,8 %) an. Von den 12 Analysen von Meerschaum geben nur 7 Eisenoxydul (bis 1,4 %, eine Analyse sogar 12,4 %, welches als Eisenoxydhydrat vorhanden sein soll), 4 Thonerde (bis 1,4 %), 3 Kalkerde (bis 1,01 %), 1 Kali (0,52 %), 5 Kohlensäure (bis 2,73 %) an. Nach Scheerer scheint diese Säure keinem Meerschaum gänzlich zu fehlen.

Bildung. Da Speckstein, Talk und Meerschaum, sowie die ebengenannten Magnesiasilicate höchst wahrscheinlich stets Zersetzungsproducte anderer Mineralien sind, sei es, dafs die Zersetzung an Ort und Stelle erfolgte, oder dafs die Gewässer Magnesiasilicate aus ihnen fortführten und sie in Drusenräumen absetzten: so können diese Substanzen nur selten, vielleicht nie aus reinen Magnesiasilicaten bestehen; denn nur die am meisten zersetzbaren Silicate der ursprünglichen Mineralien wurden vollständig, die anderen schwieriger zersetzbaren nur unvollständig zersetzt. Die grofse Zahl von Specksteinpseudomorphosen zeigt, dafs dieses Magnesiasilicat aus den verschiedensten Mineralien hervorgegangen sein konnte. Bemerkenswerth ist, dafs die Specksteine in Formen von Quarz (I) und von Bitterspath (II), also hervorgegangen aus Mineralien von sehr einfacher Mischung, der normalen Zusammensetzung sehr nahe kommen, wie die nachstehenden Analysen von Scheerer zeigen.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . . .	62,07	62,35	52,28	47,35
Magnesia	32,13	31,32	31,24	24,73
Thonerde	0,39	Spur	7,33	10,27
Eisenoxydul . . .	1,69	1,34	3,79	7,92
Manganoxydul . .	—	—	0,89	2,64
Kalkerde	—	—	0,28	—
Wasser	4,83	4,78	4,04	6,28
	100,11	99,79	99,85	99,19

Unter günstigen Umständen können daher die meisten Specksteine aus anderen Mineralien hervorgehen.

In einer Eisensteingrube bei *Arendal* bildet sich fortwährend als Absatz aus unterirdisch eindringenden Gewässern, welche aus Augit, Hornblende und talkhaltigen Gesteinen kommen, ein neues Mineral (Neolith), theils als specksteinartige Masse von lichtgrüner bis dunkelgrüner Farbe, theils in nadelförmigen Blättchen. III ist die Zusammensetzung des lichtgrünen, IV die des dunkelgrünen Minerals: beide Analysen nach Th. Scheerer[1]). Es ist also nichts anderes als ein unreiner Talk oder Speckstein, wahrscheinlich entstanden theils durch Zersetzung von Augit und Hornblende, theils durch Auslaugen talkhaltiger Gesteine.

Der in den Specksteinen und Talken nie fehlende und in manchen bis zu bedeutenden Quantitäten steigende Eisengehalt zeigt, dafs bei ihrer Bildung aus anderen Mineralien die Eisenoxydulsilicate am schwierigsten zersetzt wurden. Leichter zersetzbar erscheinen die Thonerdesilicate, weil mehr als die Hälfte der Specksteine und Talke frei davon sind. Noch leichter zersetzbar sind bekanntlich die alkalischen und Kalkerdesilicate; jene kommen auch noch viel seltener und diese gar nicht in den Specksteinen vor.

Der Villarsit, Spadait u. s. w. zeigen ähnliche Verhältnisse, und der bis zu bedeutenden Mengen steigende Mangangehalt zeigt, dafs die Silicate desselben wahrscheinlich eben so schwierig zersetzbar wie die Eisenoxydulsilicate sind. Bei den Meerschaumen zeigt sich eine

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXI. S. 285 und Bd. LXXXIV. S. 373. I. Aufl. Bd. II. S. 308.

Ausnahme von der Regel, indem fast die Hälfte derselben eisenfrei ist. Aus ihrem Kohlensäuregehalte ist zu schliefsen, dafs diese Säure eine wesentliche Rolle bei ihrer Bildung gespielt habe.

Da die Silicate der Kalkerde, der Alkalien und der Thonerde durch schwefelsaure Magnesia und durch Chlormagnesium zersetzt und dadurch Magnesiasilicate gebildet werden (Kap. I. No. 8, 40, 41 u. 44): so ist zu denken, wie auf diese Weise Mineralien, welche diese Silicate enthalten, in Speckstein oder Talk umgewandelt werden können. Diese Silicate sind aber die Bestandtheile des Andalusit, Chiastolith, Feldspath [1]), Topas, Turmalin, Wernerit, Granat, Augit, Hornblende und Glimmer, in deren Formen der Speckstein vorkommt.

Einige von diesen Mineralien enthalten schon Magnesiasilicate, und kaum fehlen in einem von ihnen Eisenoxydulsilicate, welche von Spuren zu bedeutenden Mengen steigen. Da nach Kap. I. No. 42 die Eisenoxydsilicate nicht von schwefelsaurer Magnesia oder von Chlormagnesium zersetzt werden: so ist klar, dafs diese Silicate durch die genannten Processe nicht in Magnesiasilicate umgewandelt werden können. Wirkt die Kohlensäure nicht gleichzeitig ein und wird die Fortführung des Eisenoxydul als Carbonat nicht durch die reducirende Wirkung organischer Substanzen unterstützt: so bleiben die Eisenoxydsilicate ganz oder theilweise unzersetzt zurück; daher ihre Gegenwart in gröfseren oder geringeren Mengen in allen Specksteinen und Talken.

Die schwerlöslicheren Thonerdesilicate werden schwieriger und langsamer als die leichtlöslicheren Kalk- und alkalische Silicate zersetzt; daher finden sich von ersteren bei weitem häufiger als von letzteren Reste in den Specksteinen und Talken.

Die Gegenwart organischer Reste in Specksteinen läfst auf grofse Mengen Wassers schliefsen, welche während der Specksteinbildung mit den der Umwandlung erlegenen Mineralien in Berührung gekommen waren.

[1]) Hinsichtlich der Umwandlung des Feldspath in Speckstein beziehen wir uns auf S. 413 ff.

Wenn man zur Erklärung häufig vorkommender Umwandlungen und Zersetzungen im Mineralreiche Processe auffindet, welche in Gewässern die Gegenwart von Substanzen fordern, die darin wirklich häufig vorkommen: so wächst die Wahrscheinlichkeit, dafs die gefundenen Processe die wirklichen sind. Dies ist aber hinsichtlich der schwefelsauren Magnesia und des Chlormagnesium der Fall, von denen die erstere in manchen Flufswassern (S. 283) [1]) und auch in manchen Quellen (Bd. I. S. 198) [2]) in bedeutender Menge vorkommt.

Die 1,81 Th. schwefelsaurer Magnesia im Rheinwasser (Bd. I. S. 271 No. 4) würden durch Zersetzung von Silicaten 1,85 Th. Speckstein liefern. Da nun nach L. Horner [3]) in 24 Stunden 4687 Millionen Cubikfufs Wasser bei *Bonn* vorbeigeführt werden: so würden daraus 5,722,827 Pfd. oder 32,620 Cubikfufs Speckstein, gleich einem Lager von 180 Fufs Länge und Breite und 1 Fufs Dicke entstehen können. In einem Jahre würde ein Lager von 3450 Fufs Länge und Breite und 1 Fufs Dicke entstehen. Enthalten daher die durch die Gesteine dringenden Gewässer dieselbe Menge schwefelsaurer Magnesia wie das Rheinwasser: so begreift man, wie dadurch während langer

[1]) Die schwefelsaure Magnesia beträgt in 100000 Th. Wasser des *Uralflufses* 124 Th. oder 25 % der festen Bestandtheile. Im Wasser des *kaspischen Meers* beträgt sie 0,3261 % oder 23,3 % der festen Bestandtheile. Mehner im Bullet. de St. Petersb. Class. phys.-math. T. XIII. p. 193 sqq. Dies sind die gröfsten Mengen schwefelsaurer Magnesia, welche bis jetzt in Flufs- und Meerwasser gefunden worden sind.

[2]) An den Grenzen der Steppen von *Atacama* in *Chile* findet sich auf der Oberfläche, einige Leagues in der Runde, ein 6—8 Zoll dickes Salzlager, welches besteht aus:

Schwefelsaure Magnesia	13,75
» Kalk	16,32
» Natron	41,77
Chlornatrium	15,60
Wasser	12,30
	99,74

Fr. Field in Quaterly Journ. of the chemic. Soc. of London. Vol. VII. p. 308.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXIII. S. 229.

Zeiträume grofse Massen von Mineralien in Speckstein umgewandelt werden können. Das Meerwasser enthält (Bd. I. S. 428) 110mal so viel schwefelsaure Magnesia als das Rheinwasser. Eine Menge Meerwasser gleich der, welche dem Meere durch den Rhein jährlich zugeführt wird, würde daher in einem Jahre ein Lager von Speckstein von 3450 Fufs Länge und Breite und 110 Fufs Dicke bilden können. Diese Beispiele zeigen die Möglichkeit, dafs Massen von Magnesiasilicaten entstehen können, welche die wirklich vorkommenden zu übertreffen scheinen, wenn nur ein Theil der in Gewässern enthaltenen schwefelsauren Magnesia zur Zersetzung von Silicaten verwendet wird.

Da auch Chlormagnesium in manchen süfsen Quellen vorkommt (S. 4) und im Meerwasser in noch gröfserer Menge als die schwefelsaure Magnesia enthalten ist: so bietet dieses Salz eine ebenso reiche Quelle zur Bildung von Magnesiasilicaten dar [1]).

Aus einem Speckstein extrahirte Kersten [2]) ein wenig Chlornatrium und schwefelsauren Kalk. Jenes Salz mufste sich bei Zersetzung des Natronsilicat durch Chlormagnesium, dieses bei Zersetzung des Kalksilicat durch schwefelsaure Magnesia bilden. Es ist daher in hohem Grade wahrscheinlich, dafs Gewässer, welche beide Magnesiasalze enthielten, die Bildung dieses Speckstein aus Mineralien, in denen beide Silicate vorhanden waren, bewirkt haben, und dafs das Chlornatrium und der schwefelsaure Kalk noch nicht vollständig durch die Gewässer extrahirt worden waren. Natronsilicate waren wirklich vorhanden; denn die Analyse weiset noch 0,75 % Natron mit etwas Kali nach.

[1]) In der I. Aufl. Bd. II. S. 501 habe ich, da ich damals noch nicht ermittelt hatte, dafs nicht allein die alkalischen Silicate, sondern auch die Silicate von Kalkerde und Thonerde durch schwefelsaure Magnesia und durch Chlormagnesium zersetzt werden, die Bildung der Magnesiasilicate durch Zersetzung von Kalksilicaten mittelst der in Gewässern enthaltenen Magnesiabicarbonate zu erklären versucht. Dafs auch dieser Procefs stattfindet, ist wohl nicht zu bezweifeln.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XXXVII. S. 164.

Mineralien, welche sich in Speckstein, Talk und Meerschaum umwandeln. Die Kalkmagnesiaaugite und die Kalkmagnesiahornblenden, welche ganz frei von Thonerde sind, oder doch nur Spuren davon, und auch wenig Eisenoxydul enthalten, eignen sich bei weitem mehr als andere Mineralien zur Umwandlung in Speckstein und Talk: der Umwandlungsprocefs ist ein sehr einfacher (S. 633 und S. 675).

Andalusit, Cyanit, Chiastolith, Topas, Feldspath und Wernerit etc. enthalten kein Magnesiasilicat, bei der Umwandlung des Speckstein nach Chiastolith, Andalusit, Cyanit, Feldspath und Wernerit und des Talk nach Chiastolith wurden daher ihre Silicate wahrscheinlich auf die angegebene Weise zersetzt.

Da der in Speckstein umgewandelte Chiastolith hier und da porös ist: so wurde das zersetzte Thonerdesilicat nicht ganz durch das Magnesiasilicat ersetzt. Der bei der Umwandlung des Wernerit in Speckstein erwähnte Kalkspath scheint anzudeuten, dafs bei diesem Processe Kohlensäure mitgewirkt habe.

Speckstein in Formen von Topas (S. 101) beschreibt Blum[1]). Topas und Quarz, in welchen jener eingewachsen ist, unterliegen dieser Umwandlung; pseudomorphe Specksteinkrystalle liegen daher im Speckstein. Der Topas scheint jedoch länger zu widerstehen; man sieht wenigstens zwischen dem aus Quarz hervorgegangenen Speckstein noch unveränderten Topas. Die charakteristischen Streifen des Topas sind noch auf den Pseudomorphosen wahrzunehmen. Die Umwandlung geht von aufsen nach innen von Statten. Der Pyknit unterliegt einer ähnlichen Umwandlung. Ob bei der Umwandlung des Thonerdesilicat in Topas und Pyknit in Magnesiasilicat das Flouraluminium fortgeführt wird oder nicht, ist durch eine Analyse zu entscheiden.

Die Turmaline, welche in Speckstein umgewandelt wurden, gehören zu den magnesiafreien. Die ganze Menge der Magnesia wurde daher zugeführt.

Kaliglimmer und Magnesiaglimmer wandeln sich in

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 129.

Speckstein um (S. 759). Bei jenem würden alle Silicate in Magnesiasilicat umgewandelt; bei diesem gesellte sich das schon vorhandene Magnesiasilicat zu dem entstandenen.

Speckstein in Formen von Spinell kommt nach Fowler[1]) bei *Newton* (*New-Jersey*) mit Speckstein in Formen von Quarz und Wernerit vor. Blum[2]) beschreibt kleine ganz in Speckstein umgewandelte Octaeder, eingewachsen in Speckstein, der wahrscheinlich eine umgewandelte strahlige Hornblende ist. Ausgezeichnete Octaeder von Speckstein von 2 Linien bis beinahe 1 Zoll Durchmesser wurden bei *Dualta la Toja* in *Tyrol* gefunden, welche offenbar vom Pleonast abstammen.

Der Spinell besteht wesentlich aus Thonerde und Magnesia. Unter 8 Analysen geben 6 Eisenoxydul (bis 4,26 %) und 2 Kalkerde (7,4 bis 10,6 %) an. Neun Analysen von Pleonast liefern 8 bis 23,5 % Eisenoxydul. Mit Ausnahme einer einzigen geben alle Analysen des Spinell Kieselsäure (0,96 bis 5,6 %) an.

Nachfolgende Analysen weisen Zersetzungen des Spinell und Pleonast nach.

	I.	II.	III.	IV.
Kieselsäure . .	31,10	37,5	1,23	—
Thonerde . . .	17,50	15,7	66,89	71,32
Eisenoxyd . . .	2,76	4,6	oxydul 8,07	—
Manganoxyd . .	—	1,7	—	—
Magnesia . . .	29,69	25,8	23,61	28,68
Kalkerde . . .	5,56	8,7	—	—
Wasser	13,67	6,0	—	—
	100,28	100,0	99,80	100,00

I. Ein specksteinartiges Mineral, eine Pseudomorphose nach Pleonast vom *Monzoniberg* im *Fassathal*, nach Marignac[3]), II. nach Stadler[4]), III. Pleonast vom *Monzoniberg* nach Abich[5]). Er war durch kohlensauren Kalk, welcher in kleinen Rissen oft den ganzen Krystall

[1]) Silliman Americ. Journ. 1832. T. XXI. p. 320.
[2]) Die Pseudomorphosen. S. 114.
[3]) Arch. phys. nat. T. VI. p. 302.
[4]) Jahresber. 1847—48. S. 1197.
[5]) Poggendorff's Ann. Bd. XXIII. S. 328.

durchzog, verunreinigt; durch Salzsäure wurde der kohlensaure Kalk abgesondert.

Theilt man in I der Kieselsäure die dem Speckstein entsprechende, und der Thonerde die dem Spinell entsprechende Menge Magnesia nach der theoretischen Zusammensetzung des letzteren Minerals IV zu: so erhält man 49,67 % wasserhaltigen Speckstein, 24,53 Spinell und 6,51 % überschüssige Magnesia. Unterzieht man II derselben Rechnung: so erhält man 56,97 % Speckstein und 22,01 % Spinell und es bleiben nur 0,02 % Magnesia übrig. Aus diesen Analysen ergibt sich Folgendes: 1) In II ist die Zersetzung des Spinell offenbar weiter forgeschritten als in I. 2) Da sich in I überschüssige Magnesia ergibt: so war noch nicht so viel Kieselsäure aufgenommen worden, als zur völligen Umwandlung in Speckstein erforderlich war. 3) In II war dies aber der Fall; die Uebereinstimmung der Theorie mit den Resultaten der Analyse ist indefs doch nur für zufällig zu halten, da nicht nachzuweisen ist, ob die übrigen Basen (Eisen- und Manganoxyd) in den Zersetzungsproducten als Aluminate oder als Silicate vorhanden waren.

Da der unveränderte oder doch nur wenig zersetzte Pleonast III kohlensauren Kalk beigemengt enthielt: so ist es höchst wahrscheinlich, dafs die zersetzten Pleonaste I und II von demselben Vorkommen gleichfalls kohlensauren Kalk enthalten haben. In diesen Analysen ist zwar keine Kohlensäure angeführt; wahrscheinlich haben aber Marignac und Stadler diese Zersetzungsproducte nicht mit Salzsäure behandelt, sondern blos den Glühverlust bestimmt. Dafs dieser nicht vom Wasser allein, sondern zum Theil von verflüchtigter Kohlensäure hergerührt habe, geht auch daraus hervor, dafs das Wasser, welches die gebildeten Specksteine fordern, in I 2,42 %, in II 2,92 % beträgt. Da nun die unveränderten Pleonaste und Spinelle wasserfrei sind: so würde nicht zu begreifen sein, an welche Substanzen die bedeutenden Wasserüberschüsse gebunden gewesen sein sollten.

Auch die Kalkerde in den von Thomson analysirten Spinellen von *Franklin* und *Amity,* welche die einzigen kalkhaltigen sind, war wahrscheinlich als Carbonat

beigemengt; in letzterem sind auch wirklich 2,8 % Kohlensäure angeführt, nicht aber in ersterem. Das Vorkommen dieser Spinelle im körnigen Kalk läfst wohl keinen Zweifel übrig, dafs sie kohlensauren Kalk nur beigemengt enthielten. Die Kalkerde scheint demnach in keinem Spinell oder Pleonast ein wesentlicher Bestandtheil zu sein. Der kohlensaure Kalk, womit diese Mineralien so häufig verunreinigt sind, ist daher auch kein Zersetzungs-, sondern blos ein Infiltrationsproduct.

Eine Spinell und Glimmer enthaltende Pseudomorphose von *Sommerville* (*New-York*) enthielt, nach Johnson [1]), nach Abzug der Kieselsäure 23,87 Thonerde, 43,84 Magnesia, 26,45 Wasser und 5,83 Kohlensäure. Ist die Analyse correct: so müfste die Kohlensäure an Magnesia gebunden gewesen sein. Aehnlichkeit mit dieser Masse hat der Völknerit, der nach Hermann's Analyse [2]) aus 17,65 % Thonerde, 38,59 % Magnesia und 43,76 % Wasser besteht, und 3,92 % Kohlensäure enthält. Auch hier müfste, wenn die Analyse correct ist, die Kohlensäure an Magnesia gebunden gewesen sein. Uebrigens weicht, abgesehen von dem bedeutenden Wassergehalte, die Zusammensetzung beider Mineralien so sehr von der des Spinell ab, dafs es schwer fällt, sie für zersetzte Spinelle zu halten.

Nach H. Rose ist Kieselsäure der Mischung des Spinell fremd, da er sich mit saurem schwefelsauren Kali zu einer in Wasser vollkommen löslichen Masse zusammenschmelzen läfst. In zwei Analysen von Chlorospinell fand er auch diese Säure nicht. Fehlt sie gleichwohl nur in einem einzigen Spinell: so möchte man vermuthen, dafs die übrigen schon in einer Umwandlung in Speckstein begriffen waren. Der Pleonast III war auf der Oberfläche angefressen, welches vielleicht mit seinem Kieselsäuregehalt zusammenhängt. Demgemäfs sind Spinell und Pleonast in ihrem reinen Zustande blos Aluminate von Magnesia und Eisenoxydul.

Nach Kap. I. No. 52 wird Magnesiaaluminat durch

[1]) Americ. Journ. T. XII. p. 361.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. XL. S. 12.

Natronsilicat zersetzt. Gewässer, welche alkalische Silicate enthalten, können daher den Spinell gleichfalls zersetzen. Da aber diese Zersetzung nicht durch einen einfachen gegenseitigen Austausch der Bestandtheile erfolgt, wodurch unlösliches Magnesiasilicat und lösliches Natronaluminat gebildet werden würden, sondern letzteres nur in geringer Menge als Zersetzungsproduct erscheint: so kann die Umwandlung des Spinell in Speckstein nur dann ihre Vollendung erreichen, wenn ersterer wiederholt mit Gewässern in Berührung kommt, welche alkalische Silicate enthalten und welche fortwährend Thonerde extrahiren.

Die oben angeführten Analysen von Specksteinpseudomorphosen nach Pleonast zeigen noch bedeutende Quantitäten Thonerde und anderer Basen; der Umwandlungsprocefs ist daher noch lange nicht vollendet. Ob es andere solcher Pseudomorphosen gibt, in denen die Thonerde ganz verschwunden ist, müssen weitere Analysen darthun.

Speckstein in Formen von Kalkspath. Nauck[1]) beschreibt solche Pseudomorphosen. Ihr Inneres besteht aus kleinen Bitterspathrhomboedern. Er hält sie für Pseudomorphosen des zweiten Grades, indem der kohlensaure Kalk zuerst in Dolomit und dieser in Speckstein umgewandelt wurde.

Speckstein in Formen von Bitterspath. Blum[2]) beschreibt ein Mineral von *Marlborough (Nordamerika)*, in welchem sich der Uebergang des Bitterspath in Speckstein genau verfolgen läfst. Der Procefs begann aufsen und schritt nach innen fort. Der Bitterspath wird zuerst trübe und matt, licht unrein grünlich, dann schwärzlichgrün, schwarz und gelblichweifs, indem sich eine Rinde von Speckstein bildet, der endlich den ganzen Krystall erfüllt.

Diese Beschreibung deutet mehr auf eine Umwandlung als auf eine Verdrängung. Da Magnesiabicarbonat durch Kalisilicate zersetzt wird (Kap. I. No. 46), so kann gedacht werden, dafs Gewässer, welche Kali-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXV. S. 129 ff.

[2]) Die Pseudomorphosen. S. 112.

silicat und freie Kohlensäure enthalten, die Umwandlung bewirken. Da aber der Bitterspath 22,09 Magnesia enthält: so würden nur 73 % Speckstein vom Volumen des Bitterspath gebildet werden, welches nicht damit übereinstimmt, dafs ersterer den Raum des letzteren erfüllt. Sollte auch irgend ein anderer Procefs ermittelt werden, wodurch die Umwandlung gedacht werden könnte: so würde, sofern nicht Magnesia zugeführt würde, stets eine Raumverminderung von 27 % eintreten; die Pseudomorphosen müfsten daher stets porös sein. Es ist demnach wahrscheinlicher, dafs diese Pseudomorphosen durch Verdrängung entstanden sind (Bd. I. S. 145).

Ist der Speckstein in Formen von Kalkspath eine indirecte Pseudomorphose: so gilt dasselbe was von der Pseudomorphose in Formen von Bitterspath bemerkt wurde. Ist sie aber eine directe Pseudomorphose: so kann sie nur durch Verdrängung entstanden sein.

Der Speckstein in Formen von Quarz kann gleichfalls nur für eine Verdrängungspseudomorphose gehalten werden (Kap. XLI). Wo, wie zu *Göpfersgrün*, ganz verschiedene Mineralien, Quarz, Bitterspath und Dolomit, in Speckstein umgewandelt wurden, und dieser sich auch als Ausfüllungsmasse absetzte, kann man annehmen, dafs der pseudomorphe Procefs stets derselbe war oder wenigstens von denselben Bedingungen abhing, und um so mehr, da die Bildung des Neolith (S. 814) zeigt, dafs Gewässer Magnesiasilicate absetzen können. Es ist sehr wohl zu denken, wie solche Gewässer verschiedene Mineralien verdrängen und dagegen Speckstein absetzen können. Gleichwohl bieten sich andere Verhältnisse dar, welche schliefsen lassen, dafs an demselben Orte verschiedene Processe gewirkt haben.

Der Pleonast scheint sich auch in Glimmer umwandeln zu können. Abich[1]) führt nämlich an, dafs der von ihm analysirte Pleonast vom *Ural* von Glimmerblättchen mehr oder weniger durchdrungen war. Seine Umwandlung in Speckstein macht die in Glimmer möglich, besonders wenn Magnesiaglimmer entstanden sein sollte.

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXIII. S. 327.

Am *Monzoniberg* kommt Speckstein in Formen von Pleonast und von Glimmer vor. Beide Mineralien haben eine so sehr verschiedene Zusammensetzung, dafs man sich vergebens bemüht, einen gemeinschaftlichen Procefs auszudenken, der beide Pseudomorphosen erklären könnte.

Es scheint hier die Alternative übrig zu bleiben, dafs entweder gewisse Bestandtheile der Gewässer die Umwandlung des Pleonast, andere die Umwandlung des Glimmer in Speckstein bewirkt haben, oder dafs die verschiedenen Umwandlungen zu verschiedenen Zeiten in Folge eingetretener Veränderungen in den Bestandtheilen der Gewässer erfolgt seien. Einige Exemplare im Universitätsmineraliencabinet zu *Berlin* „Speckstein auf Dolomit von *Thiersheim* bei *Göpfersgrün*" zeigen deutlich, dafs die traubigen Specksteinmassen früher abgesetzt worden sind als die Bitterspathkrystalle pseudomorphosirt wurden. So mag es auch sein, dafs in den (S. 823) erwähnten Pseudomorphosen, in denen Speckstein in Formen von Spinell, Quarz, Wernerit und Hornblende vorkommen, successive Processe es waren, wodurch so sehr verschiedene Mineralien pseudomorphosirt wurden.

Speckstein soll auch in Formen von Staurolith vorkommen [1]). Breithaupt [2]) führt eine Verdrängungspseudomorphose von Speckstein nach Barytspath an. Die Verdrängung ist nicht immer vollkommen; in manchen Pseudomorphosen findet sich noch ein Kern von Barytspath.

Talk nach Magnesitspath. Blum [3]) beschreibt eine Pseudomorphose vom *wilden Kreuzjoch* im *Zillerthal* von Talk nach Magnesitspath. Der Talk hat sich in der Richtung der vollkommenen Spaltungsfläche des Magnesitspath gleichsam eingeschoben; von demselben ist noch mehr oder weniger vorhanden. Nach H. Bauer besteht dieser Talk aus

Kieselsäure .	52,16
Magnesia . .	28,47
Eisenoxydul .	17,62
	98,25

[1]) Die Pseudomorphosen. S. 135.

[2]) Zweiter Nachtrag. S. 138.

[3]) Ebend. S. 47.

Die eigentliche Mischung des Talk hat diese Pseudomorphose nicht: die Basen betragen zu viel, die Kieselsäure zu wenig. Da die Pseudomorphose theils aus sehr dünnen weifsen Blättchen, theils aus faserigen, leicht grünlichweifsen Partieen besteht: so scheint sie aus zwei verschiedenen Substanzen zu bestehen. Vielleicht sind die faserigen Partieen ein dem Chrysotyl ähnliches Mineral. Dieses Mineral erscheint als eine Verdrängungspseudomorphose.

Zusatz zu S. 635 [1]).

Talk nach Malakolith. Blum [2]) beschreibt eine solche Pseudomorphose aus dem *Pfitschthale* in *Tyrol.* Die Form ist meist nicht mehr sehr deutlich erhalten, jedoch erkennt man noch an einigen die für den Malakolith charakteristische Gestalt. Der gröfste Theil dieser pseudomorphen Krystalle ist geborsten und voller Risse. Die Umwandlung begann an der Stelle, wo dieselben aufgewachsen sind und schritt von hier aus durch das Innere nach Aufsen hin vor. Die Rinde jener Krystalle ist noch ziemlich glatt und eben, während die Oberfläche der Krystalle, wo jene fehlt, drusig und uneben sich zeigt. Dies rührt davon her, dafs der Talk kugelige oder knollige neben einander liegende Zusammenhäufungen von Blättchen bildet. Kohlensaure Kalkerde bedeckt an einzelnen Stellen die Pseudomorphosen. Es kann hier nur eine Verdrängung stattgefunden haben.

[1]) Diese und einige andere Pseudomorphosen sind mir erst bekannt geworden, als die frühern Kapitel schon gedruckt waren. Daher folgen sie als Zusätze.

[2]) Dritter Nachtrag. S. 136.

Zusatz zu S. 656.

Talk nach Diallag. Blum hält die von Scheerer Talkdialag benannte Substanz (S. 651) für eine solche Pseudomorphose. Vergleicht man den Magnesiagehalt von 32,83 % in der dort angeführten Analyse No. X mit dem (27,17 %) des an Magnesia reichsten Diallag (S. 652 No. XV): so ergibt sich, dafs jene 27,17 % Magnesia, 80,49 % Talk geliefert haben würden. Talk kann also aus einem solchen Diallag hervorgehen, wenn dessen übrige Basen fortgeführt werden.

Zusatz zu S. 677.

Talk nach Hornblende. Schon Sillem[1]) beschreibt eine solche Pseudomorphose vom *wilden Kreuzjoch* im *Pfitschthale*. Ziemlich vollkommene Krystalle in Strahlsteinformen sind ganz in Talk umgewandelt. Volger[2]) beschreibt Pseudomorphosen nach Strahlstein (*Urserenthal*) und nach Grammatit.

[1]) N. Jahrb. für Mineral. 1851. S. 403.

[2]) Entwicklungsgeschichte der Mineralien der talkgl. Familie. S. 549 ff.

Vierter Abschnitt.

Die wichtigsten unter den aus der Zersetzung der Silicate hervorgegangenen Mineralien.

Die Kieselsäure haben wir in ihren so zahlreichen Verbindungen mit Basen kennen gelernt. Es ist nun übrig, sie in ihrem isolirten Zustande, in welchem sie eine so grofse geologische Bedeutung hat, kennen zu lernen. Die Frage, ob sie vor den Silicaten existirt haben könne, oder ob sie ein Zersetzungsproduct der Silicate sei, wird ihre Beantwortung finden.

Das Magneteisen ist ein so häufiger Gemengtheil krystallinischer Gesteine und bietet so viele interessante physikalische und chemische Verhältnisse dar, dafs es verdient, ihm ein eigenes Kapitel zu widmen. Dem Magneteisen reihen wir das Titaneisen an.

Kapitel XLI.

Quarz und andere kieselige Bildungen [1]).

Schon längst ist bekannt, dafs die Kieselsäure je nach verschiedenen Umständen verschiedene Eigenschaften zeigt. Diejenige Kieselsäure, welche in Wasser und in Säuren löslich ist, nannte man die lösliche, und diejenige, welche darin, mit Ausnahme der Fluorwasserstoffsäure [2]), unlöslich ist, die unlösliche Modification.

Aus einer Reihe von Dichtigkeitsbestimmungen der Kieselsäure, welche Graf Schaffgotsch [3]) unternommen hat, sowie aus anderen Beobachtungen, ergeben sich zwei bestimmt verschiedene Modificationen dieser Säure. In der einen hat sie das spec. Gewicht 2,6, in der andern 2,2—2,3. Jene findet sich nur krystallisirt, diese nur amorph.

H. Rose [4]) hat durch eine Reihe schätzenswerther Untersuchungen dargethan, dafs diese Verhältnisse die beiden Modificationen der Kieselsäure hauptsächlich charakterisiren. Man kann diesem nur beistimmen, denn der verschiedene Grad der Löslichkeit einer Substanz ist nicht geeignet zur Begründung verschiedener isomerischer Zustände, es sind nur relative Verhältnisse. Krystallisirbarkeit und Nichtkrystallisirbarkeit sind aber absolut verschiedene Zustände.

[1]) Wir weichen von der bisher beobachteten Ordnung, die Kapitel mit dem Vorkommen der Mineralien zu beginnen, in diesem Kapitel ab. Wir beginnen mit der Charakteristik der verschiedenen kieseligen Bildungen und lassen später ihr ausgebreitetes Vorkommen folgen, womit sich denn von selbst die Entstehungsart derselben anknüpfen wird.

[2]) Es scheint indessen nicht, dafs die Natur sich jemals dieses Auflösungsmittels bedient habe.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 147.

[4]) Ebend. Bd. CVIII. Ueber die verschiedenen Zustände der Kieselsäure.

Die Resultate aus H. Rose's Untersuchungen sind: Krystallisirte Kieselsäure bildet den Bergkrystall, Amethyst und Quarz, krystallinisch dichte finden wir im Chrysopras, Feuerstein, Hornstein und in manchen Versteinerungen. Krystallisirte und krystallinische Kieselsäure besitzen gleiches specif. Gewicht und verhalten sich gleich gegen Reagentien.

Die andere Modification von 2,2 findet sich in der Natur als Opal. Auch die künstlich dargestellte gallertartige Kieselsäure bildet nach dem Trocknen ein Pulver von 2,2 spec. Gewicht.

Der wesentliche Unterschied dieser zwei Modificationen beruht nicht auf dem geringen Wassergehalte, welcher gewöhnlich in der amorphen Modification angetroffen wird, sondern in dem verschiedenen chemischen und physikalischen Verhalten.

Kieselsäure von 2,2 wird in concentrirter Kalilauge und in kohlensauren Alkalien leicht und vollständig aufgelöst, während dieselben Lösungsmittel nur eine sehr geringe Menge von gepulverter krystallisirter Kieselsäure aufzunehmen vermögen.

Aehnlich ist das Verhalten beider Modificationen gegen Flufssäure und Fluorammonium.

Bringt man die Modification von 2,2 in concentrirte rauchende Flufssäure, so geschieht die Auflösung rasch unter Erwärmen und Aufbrausen. Kieselsäure von 2,6 aber wird nur langsam und ruhig aufgelöst. Mit Fluorammonium erhitzt verflüchtigt sich die Modification von 2,2 leicht und vollständig, die andere Modification erst nach mehrmaliger Wiederholung der Operation.

Durch Schmelzen wird Kieselsäure von 2,6 spec. Gewicht in solche von 2,2 übergeführt. So beobachtete es St. Claire Deville [1]), als es ihm gelungen war 18 Gr. zu schmelzen.

In den in der Natur vorkommenden durch Säuren zersetzbaren Silicaten ist die Kieselsäure in der Modification von 2,2 spec. Gewicht vorhanden.

Denn es scheidet sich zwar aus den Auflösungen in

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVI. S. 618.

Säuren die Kieselsäure einmal im gallertartigen Zustande aus, wie beim Apophyllit, und ein anderes Mal im pulverigen Zustande wie beim Stilbit: allein beide Male besitzt sie getrocknet ein spec. Gewicht von 2,2.

Glüht man die mit Säuren gelatinirenden Mineralien vorher: so scheidet sich aus ihnen beim Behandeln mit Säuren die Kieselsäure ebenfalls im pulverigen Zustande aus, immer noch mit 2,2 spec. Gewicht.

In beiden Arten von Mineralien ist also die Kieselsäure in demselben Zustande vorhanden, und ob sie sich gallertartig oder pulverförmig ausscheidet, das hängt von ihrer mehr oder minder innigen Verbindung mit den Basen in den verschiedenen Mineralien ab.

Die gröfste Menge Kieselsäure, welche ich in kalten Mineralquellen fand, betrug 1 Th. in 10000 Th. Wassers. H. Ludwig[1]) fand im Mittel mehrerer Versuche genau dasselbe Löslichkeitsverhältnifs für künstlich dargestelltes Kieselsäurehydrat in reinem Wasser. Nach Fuchs[2]) fordert 1 Th. gallertartiges feuchtes Kieselsäurehydrat 7700 Th. Wasser, 11000 Th. kalte und 5500 Th. kochende Salzsäure zur Lösung. Als ich einen sogenannten Schwimmstein 12 Stunden lang mit destillirtem Wasser gelinde digerirte, blieben nach dem Abdampfen von 10000 Th. der Flüssigkeit 0,16 Th. eines durch kohlige Theile schwarz gefärbten Rückstandes, welcher nur 0,04 Th. Kieselsäure enthielt. Aus meinen Analysen von 31 Mineralwassern (I. Aufl. Bd. I. S. 357) ergibt sich, dafs diese um so mehr Kieselsäure enthalten, je reicher sie an kohlensaurem Natron sind. Das reichste unter diesen Mineralwassern enthielt 17,5 Th. kohlensaures Natron und 0,68 Th. Kieselsäure in 10000 Th. Wasser. Als so viel von diesem Salze zu destillirtem Wasser gesetzt und damit der Schwimmstein digerirt wurde, lösten sich 0,2 Th. Kieselsäure, mithin 5mal so viel als in reinem Wasser auf. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs das kohlensaure Natron selbst in den kalten Mineralquellen die Auflösung der Kieselsäure befördert.

[1]) Archiv der Pharmacie. Bd. LXXXIV. S. 129 ff. Centralblatt 1855. No. 54.

[2]) Erdmann's Journ. für pract. Chemie. Bd. LVII. S. 6.

Quellen, welche, wie der *Strok* auf *Island*, im ununterbrochenen Sieden begriffen sind, oder wenigstens, wie der *grofse Geyser*, während ihrer Eruptionen Siedhitze haben, äufsern gewifs ein stärkeres Auflösungsvermögen auf kieselsaure Verbindungen als kalte oder nur mäfsig erwärmte Gewässer. Die Theorie liefs schon vermuthen, dafs die Temperatur jener Springquellen in der Tiefe, unter dem Drucke ihrer Wassersäulen, 80° R. übersteigen würden. Beobachtungen, welche im Juli 1846 von Descloizeaux und Bunsen [1]) angestellt wurden, haben diese Vermuthung bestätigt. Sie fanden, dafs auf dem Grunde des *Geyser's*, in 22 Meter Tiefe, vor den grofsen Eruptionen 102° R. im Maximum, nach denselben 97°,6 im Minimum, und während einer Eruption 99°,4 herrscht. Im *Strok*, in einer Tiefe von 13,55 Meter beobachteten sie Temperaturen zwischen 90 und 91°,4 R. Dafs bei solchen Temperaturen, unter einem Drucke von 2 bis 3 Atmosphären, der Auflösungsprocefs der Kieselsäure kräftiger als beim Siedpunkte, unter gewöhnlichem Drucke, vor sich gehen werde, ist gewifs einleuchtend.

Eug. Robert's [2]) Beobachtungen auf dem kleinen Gebirge *Laugarfiall*, ganz nahe am *grofsen Geyser*, haben über den Ursprung der Kieselsäure, welche diese heifsen Quellen in so reichlicher Menge aufgelöst enthalten, Aufschlüsse gegeben. Er fand an diesem Gebirge, welches aus Phonolith besteht, deutlich Spuren einer alten und mächtigen Thermalquelle. Er sonderte von ihrem Bassin mit Sorgfalt einige Fragmente ab, deren Teig einer Art Kaolin glich, während an allen anderen Stellen das sehr zähe, der Witterung ausgesetzte Gestein kaum eine Veränderung an der Oberfläche zeigte. Nach de Chancourtois enthielt der unveränderte Phonolith von *Laugarfiall* 72,3 %, der veränderte desselben Felsen nur 65,8 % Kieselsäure. Robert glaubt demnach schliefsen zu können, dafs die in den heifsen Quellen *Island's* aufgelöste Kieselsäure von der theilweisen Zersetzung des Phonolith, Basanit, Dolerit und anderer Gesteine herrührt.

[1]) Comptes rendus. T. XXIII. p. 934 und I. Aufl. Bd. I. S. 761.

[2]) Comptes rendus. 1841. No. 19. p. 932.

Kersten[1]) fand, dafs sich die Kieselsäure bei Behandlung verschiedener gallertartiger Massen und dreier Labradore (S. 457) mit Salzsäure theils als Pulver, theils als Gallerte ausscheidet. Der Chonikrit zeigt nach von Kobell[2]) dasselbe Verhalten. H. Rose bemerkt[3]), dafs sich aus allen Silicaten, welche schwer und unvollständig durch Salzsäure zersetzt werden, Kieselsäure als Pulver, aus den leicht und vollständig zersetzbaren aber als Gallerte ausscheidet. So scheidet sie sich nicht aus allen Zeolithen als Gallerte ab (S. 364).

Das verschiedene Verhalten des verwitterten und des nicht verwitterten Kieselmagnesit wurde schon angeführt (I. Aufl. Bd. I. S. 759). In der Regel nimmt die Zersetzbarkeit durch Säuren bei allen Silicaten mit fortschreitender Verwitterung zu; aus einem Silicat, aus welchem in seinem frischen Zustande sich die Kieselsäure als Pulver ausscheidet, wird sie daher nach vollständiger Verwitterung als Gallerte ausgeschieden werden. Ist die Verwitterung noch nicht vollendet: so wird die Ausscheidung theils als Pulver, theils als Gallerte erfolgen.

Sollte die Kieselsäure den theils pulverigen, theils gallertartigen Zustand, welchen sie bei der künstlichen Ausscheidung aus Silicaten annimmt, auch dann noch beibehalten, wenn sie sich in Gewässern auflöst: so würde sie sich auch daraus entweder im pulverförmigen oder im gallertartigen Zustande abscheiden. Ist sie gleichzeitig in beiden Zuständen darin aufgelöst: so würde sie auch nach ihrem Absatze in diesen beiden Modificationen erscheinen. Man würde sich hieraus die verschiedenen aus Gewässern abgesetzten, bald krystallisirten und wasserfreien, bald amorphen und wasserfreien oder wasserhaltigen kieseligen Bildungen erklären können.

H. Rose[4]) bemerkt, dafs die Kieselsäure, wenn sie sich ausgeschieden hat, ob im schleimig-gallertigen oder im pulverförmigen Zustande, von derselben Beschaffenheit ist.

[1]) Schweigger's Journ. Bd. LXVI. S. 38.

[2]) Journ. für pract. Chemie. Bd. II. S. 51.

[3]) Nach gefälliger mündlicher Mittheilung.

[4]) A. a. O.

Die Kieselsäure in ihrer Lösung im Wasser kann nicht als eine besondere Modification angesehen werden; wir wissen nicht, ob sie in ihrer Lösung als amorphe, oder als krystallisirte Kieselsäure enthalten ist.

Nach ihm hängt es von der mehr oder weniger innigen Verbindung der Kieselsäure mit den Basen in den verschiedenen Silicaten ab, ob sie aus diesen durch Säuren im pulverförmigen oder gallertartigen Zustande abgeschieden wird.

Aus einer verdünnten wässerigen Lösung von kieselsaurem Natron, welche in einem völlig verschlossenen Glase ungefähr 1½ Jahr im hiesigen Laboratorium stehen blieb, hatte sich ein gallertartiger Absatz, der aus 97,6 % Kieselsäure und 2,4 % Natron bestand, abgeschieden.

Diese Abscheidung von Kieselsäure aus einer verdünnten Natronsilicatlösung, ohne dafs sie durch eine äufsere Ursache, etwa durch Kohlensäure [1]) veranlafst worden sein konnte, zeigt, wie auch im Mineralreiche ähnliche Abscheidungen und mithin Quarzbildungen aus in Gewässern gelösten alkalischen Silicaten vor sich gegangen sein werden und noch vor sich gehen. Es erklärt sich hieraus, wie sich aus den alkalischen Silicaten, die bei der Zersetzung des Feldspath entstehen, Kieselsäure als Quarz ausscheidet, wenn die Gewässer, welche diese Silicate fortführen, an Spaltenwänden oder an den innern Wänden der Blasenräume langsam herabsickern. Bildet sich durch allmälige Verdunstung des Wassers eine ähnliche Lösung von Natronsilicat wie jene künstliche: so wird sich, wie dort, mit der Zeit Kieselsäure abscheiden, und Quarzgänge, Quarzadern und die kieseligen Substanzen in den Blasenräumen der Mandelsteine werden sich bilden. Die 0,5 % Kalkerde, 0,25 % Thonerde, 0,25 % Eisenoxyd, welche Klaproth, die 0,134 % Kali, 0,113 % Kalkerde, welche Berzelius im Feuersteine fand, die geringen Mengen Alkalien (Kali und Natron), welche Heintz im Karneol und Amethyst und Kersten im Hornstein von *Marienbad* nachweisen, zeigen entschieden eine Bil-

[1]) Welche Wirkungen eintreten, wenn Kohlensäure gegenwärtig ist, davon war Kap. I. No. 1. S. 31 die Rede.

dung aus alkalischen Silicaten. Die an den Gesteinswänden herabsickernden Gewässer waschen dann, nach erfolgtem Absatze der Kieselsäure, das Alkali oder wahrscheinlich die basischen alkalischen Silicate weg.

Schliefst man ein Silicat haltendes Mineral mit kohlensaurem Alkali auf, und laugt man die geschmolzene Masse mit Wasser aus: so hält die Lauge, neben kohlensaurem Alkali, etwas kieselsaures Alkali und Thonerdealkali aufgelöst. Durch Zusatz von kohlensaurem Ammoniak fallen Kieselsäure und Thonerde nieder. Sind daher in Gewässern Kieselsäure und organische stickstoffhaltige Substanzen aufgelöst und zersetzen sich letztere durch Fäulnifs: so wird das dadurch gebildete kohlensaure Ammoniak die Kieselsäure gleichfalls niederschlagen. Auf diese Weise lassen sich die so häufig durch organische Substanzen bewirkten Absätze von kieseligen Bildungen erklären.

Als Endpunkte der ganzen Reihe kieseliger Bildungen treten hervor Bergkrystall und Opal: jener als vollkommen krystallisirte, dieser als vollkommen amorphe Kieselsäure.

Nach einer grofsen Zahl von mehreren Chemikern und von mir angestellter Versuche (vergl. I. Aufl. Bd. II. S. 1226 ff.) ist der Glühverlust des Chalcedon 0,4 bis 2,5 %, wodurch er milchweifs, durchscheinend und sehr spröde wird, des Eisenkiesel 0,73 bis 1⁰, des Hornstein 0,5 bis 2, wodurch er weifs wird, des Haytorit 0,5, des Bergkrystall 0,05 bis 0,79, des Prasem 0,25 %, des Quarz 1 %. Keinen Glühverlust erleidet der Faserquarz und der Rosenquarz; die bräunliche Farbe des ersten wurde licht schiefergrau, die rothe des letzteren milchweifs. Der Rauchtopas zeigt mit Verlust seiner Farbe einen Glühverlust von nur 0,01. Der Karneol, dessen färbende Substanz Eisenoxyd sein soll, gibt 0,391 % Wasser und 0,003 Kohle. Der Amethyst gibt 0,003 % Kohle, zeigt einen Glühverlust von 0,16 bis 0,3 und entfärbt sich. Feuersteine geben 0,037 bis 0,27 Kohlensäure und 1,1 bis 1,3 Wasser. Die Farbe derjenigen kieseligen Substanzen, welche beim Glühen verschwindet, ist ohne Zweifel organischen Ursprungs.

Die Opale sind zu vergleichen mit einer erstarrten

Kieselgallerte, in welcher der Wassergehalt, je nach dem verschiedenen Grade ihrer Austrocknung, sehr abweichend sein kann. Der sächsische Hydrophan soll sich auch in der Grube noch in so weichem Zustande finden, dafs er Eindrücke von harten Körpern annimmt [1]). In ihm sind organische Stoffe (mikroskopische Organismen nach Ehrenberg) eingetrocknet; er gibt daher beim Glühen ein brenzliches Wasser. Auch der edle Opal und der Halbopal geben nach Damour [2]) ein brenzliches, ammoniakhaltiges Wasser, und der Bandopal ist voll von Infusorien. Der Wassergehalt fällt zwischen 1 und 10 %; er scheint durch ungleiche Grade der chemischen Verwandtschaft an die Kieselsäure gebunden zu sein. So fand v. Kobell, dafs ein farbenspielender Opal bei schwachem Erhitzen 7,5 %, und hierauf bei starker Rothglühehitze noch 3,44 % verlor. Der Hyalith von *Waltsch* gab erst in starker Glühehitze und ohne Verknistern 4 % Wasser, der sogenannte Glasopal in gelinder Hitze 5,3 %, in stärkerer noch 3,59 % [3]). Schaffgotsch fand in jenem Hyalith, der aus 95,5 Kieselsäure, 0,8 Eisenoxyd und 0,2 Kalkerde besteht, 2,9 bis 3,1 % Wasser. Die Opale erscheinen daher nicht als Hydrate nach bestimmten Mischungsverhältnissen. Berzelius vermochte auch nicht auf künstlichem Wege eine Verbindung der Kieselsäure mit Wasser nach einem bestimmten Mischungsverhältnisse darzustellen.

Aufser Magnesia (S. 336) findet man auch Alkalien in geringen Mengen in Opalen; ebenso im Cacholong und im Feuerstein so wie im Karneol (neben geringen Mengen Thonerde, Eisenoxydul und Magnesia) und im Amethyst (neben Kalkerde und Magnesia).

Das Vorkommen der Opale in Spalten und Klüften zeigt ihren unmittelbaren Absatz aus Gewässern. Die

[1]) Klaproth Beiträge II. 155. Glocker (Verhandl. d. Leop. Carl. Acad. d. Naturf. Bd. XV. Abth. II. S. 566) führt auch mehrere solcher Fälle vom Opal an. Er selbst erhielt aus einer Chrysoprasgrube eine weiche, etwas zähe, noch ganz feuchte, opalartige Substanz, die an der Luft allmälig fest und hart wurde und dann völlig dem weifsen undurchsichtigen Cacholongopal glich.

[2]) Ann. des Min. Sér. XVII. p. 202.

[3]) Charakteristik. Bd. I. S. 253.

Gegenwart der Infusorien zeigt, wenigstens bei manchen Opalen, die Abscheidung der Kieselsäure durch organische Thätigkeit. Eine opalartige Masse in Formen von Augit weiset aber auch die Bildung des Opal durch einen Umwandlungsprocefs nach. Aufserdem kommt der Opal nicht selten als Versteinerungsmittel von Pflanzen, namentlich von Holz vor. Ein solcher Holzopal findet sich sehr ausgezeichnet im Braunkohlensandsteine am *Quegstein* im *Siebengebirge* und nicht fern davon bei *Obercassel.* Stücke von Stämmen und Aesten, welche die organische Structur ganz deutlich zeigen, sind durch und durch zu einer gelblich weifsen Opalmasse geworden. Nur die Rinde fehlt; an ihrer Stelle findet sich aber hier und da ein dünner Ueberzug von nierenförmigem Hyalith, der zuweilen auch in Höhlungen in dem verkieselten Holze angetroffen wird. Der Holzopal von *Tokay* in *Ungarn* zeigt im Innern noch das sehr wenig veränderte Holz[1]).

Nach R. Brandes[2]) ist die Zusammensetzung des Holzopal vom *Quegstein* I und des faserigen Holzopal bei *Obercassel* II

	I.	II.
Kieselsäure . .	86,00	93,00
Thonerde . . .	0,50	0,13
Eisenoxyd . . .	3,50	0,37
Schwefelsäure . .	0,17	Spur
Kohlenstoff . . .	0,03	—
Wasser	9,97	6,13
	100,17	99,63

Die Kieselsäure hat also in I die Holzsubstanz bis auf eine ganz unbedeutende Menge Kohlenstoff verdrängt, und es zeigt sich hier ganz entschieden, wie die Holzfaser, eine in der Chemie für völlig unlöslich geltende Substanz, doch von den Gewässern fortgeführt werden kann.

E. E. Schmid und M. J. Schleiden[3]) unternahmen 10 Analysen von Holz- und Halbopalen, deren Resultate mit den obigen nahe übereinstimmen. Kohlenstoff wurde

[1]) Blum erster Nachtrag. S. 197.

[2]) Nöggerath das Gebirge in Rheinland-Westphalen. Bd. I. S. 346.

[3]) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 576.

nicht bestimmt, sondern nur die Glühverluste angegeben. Sie knüpfen daran folgende Bemerkungen:

Die Bildung ist äufserst mannichfaltig. Entweder verkieseln die Hölzer frisch oder erst nach ihrer Verwandlung in Braunkohle. Der Procefs ist sehr langsam, die kieselsäurehaltige Flüssigkeit scheint sich vorzugsweise in den Zellenwänden herabzuziehen und in die Zellenhöhlen zu dringen und diese in strahligen und concentrischen Schalen oder in traubigen Massen bald mehr und bald weniger zu erfüllen. Der Procefs ist nie auf gröfseren Strecken gleichförmig, oft auf den kleinsten Stellen nebeneinander durch kleine Beimengungen verschieden färbender Substanzen verschieden modificirt.

Nach der Ansicht der Verfasser soll der Procefs stets mit dem Vorhandensein schwefelsäurehaltiger Quellen verknüpft gewesen sein; denn man soll fast kein verkieseltes Holz finden, welches nicht mehr oder weniger die charakteristische Einwirkung dieser Säure auf die Zellenwände zeigt. Da die Gegenwart freier Schwefelsäure in Gewässern zu den grofsen Seltenheiten gehört, und nur beschränkt ist auf einige Kraterseen; Opalbildung aber an Stellen stattfindet, wo nie Krater vorhanden waren: können wir diese Ansicht nicht theilen.

Vom Quarze unterscheiden sich die Opale, aufser dem Wassergehalte, durch ein viel geringeres specif. Gewicht, weit geringere Härte, einfache Strahlenbrechung und durch das chemische Verhalten.

Fuchs[1]) fand, dafs sich der zu Pulver zerriebene Opal auf nassem Wege mit Kalk verbindet und damit unter Wasser erhärtet: eine Eigenschaft, welche dem Quarze nicht zukommt. Das Quarzpulver löst sich in siedender Kalilauge nur äufserst schwierig und langsam auf; das Opalpulver verschwindet darin nach einigen Minuten. Ja sogar ganze Stücke Opal widerstehen diesem Auflösungsmittel in der Siedhitze nicht lange. Bei gewöhnlicher Temperatur wird der Quarz vom Kali gar nicht angegriffen, der Opal aber, als Pulver wie in ganzen Stücken, nach und nach ganz davon aufgelöst. Nicht

[1]) Jahrb. der Chemie u. Physik. Bd. VII. S. 419.

alle seine Varietäten zeigen indeſs gleiches Verhalten: einige lösen sich in 2—3, andere erst in 4—5 Monaten auf. Den stärksten Widerstand leistet der Hyalith. Dieses Verhalten beruht nicht auf dem Wassergehalte der Opale; denn dieselben bleiben, nach Schaffgotsch, auch nach dem Austreiben des Wassers durch Hitze leichtlöslich in Kali. Ebenso verhält sich die chemisch präparirte amorphe Kieselsäure.

v. Kobell[1]) fand, daſs amorphe Kieselsäure, nämlich geschliffene Platten von Opal, Heliotrop, Karneol, Feuerstein, Holzstein und Jaspis von Fluſssäure zum Theil stark, stets aber bedeutend mehr als krystallisirte Kieselsäure, nämlich Platten von Bergkrystall und Amethyst, angegriffen werden. Er bringt dies in Zusammenhang mit demselben ungleichen Verhalten des amorphen und krystallisirten Quarz zur Kalilauge.

Ich fand, daſs durch anhaltendes Digeriren mehrerer Halbopale aus *Ungarn* und vom *Siebengebirge* mit Salzsäure die Basen ganz oder gröſstentheils ausgezogen wurden: die Kieselsäure blieb als ein rauhes Pulver zurück. Dazu waren aber manchmal mehrere Tage erforderlich. Es ist auffallend, daſs die Basen bei so groſsem Ueberschusse an Kieselsäure extrahirt werden können.

Der Opal besteht nicht immer blos aus reiner Opalmasse, sondern schlieſst nicht selten etwas fein zertheilten Quarz ein. Klaproth[2]) bemerkt schon bei der Analyse des Feueropal, daſs sich in dem Mittelpunkte jedes Korns ein weiſses, allem Anscheine nach kieseliges Mineral finde, von welchem die kleinen muschelichen Erhöhungen des Hauptminerals sternförmig nach der Peripherie laufen. Von einem milchweiſsen Opal, welchen Fuchs ein halbes Jahr in Kalilauge liegen lieſs, blieb ein lockeres Skelett zurück, das beim Schütteln zu Quarzpulver zerfiel. Er findet es sogar wahrscheinlich, daſs das Farbenspiel des edlen Opal von in gewisser Ordnung eingemengten feinen Quarztheilen herrühren möchte, wodurch das Licht verschieden gebrochen wird. Diese

1) Journ. für pract. Chem. Bd. XXXVI. S. 307.

2) Beiträge. Bd. IV. S. 157.

Ansicht ist um so wahrscheinlicher, da kein durchsichtiger Opal mit Farben durchspielt, sondern nur durchscheinender, der vermuthlich durch eingemengten Quarz getrübt ist.

Breithaupt machte Beobachtungen, welche dafür zu sprechen scheinen, dafs aus Opal Quarz entstehen könne, und dafs auch der Chrysopras Uebergänge in krystallinischen Quarz zeige. Damour fand, dafs ein Opal, welcher 10,1 % Wasser enthielt, nachdem er vier Monate lang in trockener Luft gelegen hatte, 4,05 % davon verlor. Ob aber nach noch längerer Zeit alles Wasser fortgehen und er sich in Quarz umwandeln kann, ist durch weitere Versuche zu ermitteln.

Zersetzung der Opale.

	I.	
	a.	b.
Kieselsäure . . .	83,73	73,45
Eisenoxyd . . .	3,58	9,95
Kalkerde . . .	1,57	1,21
Magnesia . . .	0,67	2,13
Wasser	11,46	12,89
	101,01	99,63

I. a. Frischer glänzender Opal von *Meronitz* nach Wertheim.

I. b. Eine verwitterte matte Varietät nach Demselb.

Ist b aus a hervorgegangen: so wurden Kieselsäure und Kalkerde fortgeführt und dagegen Eisenoxyd, Magnesia und Wasser abgesetzt.

Um den Gang bei Zersetzung der Opale besser kennen zu lernen, stellte ich folgende Analysen frischer und zersetzter Opale an.

Im Trachyt der *Rosenau* im *Siebengebirge* findet sich gangförmig ein brauner glänzender Opal (Opaljaspis II a.), der meist von einer scharf begrenzten, hellgelblichen, matten Rinde umgeben ist, welche von jenem geritzt wird und als ein Zersetzungsproduct von jenem erscheint II b.

Es kommt auch noch ein gelber Opal V vor, der in der Farbe dem verwitterten (b) gleicht, aber eben so glänzend wie (a) erscheint. Da schon die erste Analyse

eine gröfsere Menge Eisenoxyd in (b) als in (a) gab: so wurden verschiedene Stücke analysirt, um zu sehen, ob sich dieses Verhältnifs überall herausstellen würde. Die Resultate der Analysen wurden auf die geglühten Opale reducirt.

	II.		III.		IV.		V.
	a.	b.	a.	b.	a.	b.	
Kieselsäure	96,12	94,49	96,05	94,67	94,50	94,42	95,55
Thonerde .	0,50	0,60	3,49	5,26	3,38	5,31	4,37
Eisenoxyd .	3,30	4,85					
Kalk . .	Spur	Spur	—	—	—	—	—
Magnesia .	0,08	0,06	0,40	0,02	—	—	—
Kali . . .	nicht bestimmt		0,06	0,05	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00			99,92

II a, III a, IV a. Braune glänzende Opale, welche im Trachyt der *Rosenau* im *Siebengebirge* gangförmig vorkommen.

II b, III b, IV b. Hellgelbliche, matte Rinden, welche jene scharf begrenzt umgeben [1]).

In der Siedhitze geben a wie b viel Wasser, und beim Glühen werden noch mehr Wasser und Producte zerstörter organischer Substanzen entwickelt. Der Glühverlust betrug in verschiedenen Stücken von a 5,11 bis 5,6 % und von b 6,77 bis 5,95 %.

V. Gelber Opal von demselben Fundorte, welcher in der Farbe dem zersetzten b gleicht, aber ebenso glänzend wie a erscheint.

Obgleich in III und IV die Thonerde nicht vom Eisenoxyd geschieden wurde, so ergibt sich doch, weil jene überhaupt in viel geringerer Menge als dieses vorhanden ist, dafs im verwitterten Opal (b) das Eisenoxyd stets mehr als im unverwitterten (a) beträgt. Es wurde da-

[1]) Sehr auffallend ist, dafs der braune Opal durch Aufnahme einer gröfseren Menge Eisenoxyd in die hellgelbe Rinde übergeht; noch auffallender aber, dafs auch beim Glühen der braune Opal braunroth und die hellgelbe Rinde nur röthlichgelb wird. Es ist in der That nicht zu begreifen, warum nicht die Rinde, da in ihr die farblose Kieselsäure weniger und das dunkelbraune Eisenoxyd mehr ausmacht als im Opal, durch Glühen sich dunkler als dieser färbt. Das spec. Gewicht des braunen Opal ist 2,142 und das der hellgelben Rinde 2,168. Diese Zunahme ist ohne Zweifel eine Folge des zunehmenden Eisenoxyd.

her eine geringe Menge Kieselsäure fortgeführt und dagegen Eisenoxyd [1]) und Wasser zugeführt. Wesentlich zeigt sich mithin dieselbe Veränderung wie beim Opal I a und b. Auch der Opal V scheint doch nicht ganz unverändert, sondern im Uebergange in b begriffen zu sein.

Aus 10 Analysen von Opalen aus dem *Siebengebirge* von Schnabel [2]) und von der Marck [3]) ergibt sich gleichfalls, dafs in den Verwitterungsrinden das Eisenoxyd mehr beträgt als in den unveränderten Opalen. In einer andern verwitterten auf einem Opal sitzenden Masse zeigt sich eine bedeutende Zunahme der Thonerde von 0,23 % bis 10,27 %. In diesen Opalen waren Kalkerde, Magnesia und Kali theils gar nicht, theils wenig enthalten.

Da der Opal von *Rosenau* unzweifelhaft ein Zersetzungsproduct des Trachyt, und von den Gewässern aus diesem in die Klüfte geführt worden ist, da ferner der Braunkohlensandstein, in welchem der Holzopal (S. 836) eingewachsen ist, vom Trachytconglomerat bedeckt wird: so rührt die Kieselsäure dieser Bildungen wahrscheinlich ebenfalls von einer Auslaugung der trachytischen Masse her.

Oberhalb des *Quegstein* entspringt eine Quelle, die eine Strecke weit einen oberflächlichen Lauf hat, dann in Klüften des Braunkohlensandstein versinkt und an einer tieferen Stelle wieder hervorkommt. Da die Vermuthung nahe liegt, dafs dieses Wasser die Kieselsäure zur Bildung des Holzopal und des Braunkohlensandstein geliefert habe: so unterwarf ich es der chemischen Analyse. In 10000 Theilen dieses Wassers waren enthalten:

Kieselsäure	0,262
Kohlensaurer Kalk	0,898
Kohlensaure Magnesia	0,044
Kohlensaures Eisenoxydul	eine Spur
Alkalische Chlorüre	0,122
	1,326

[1]) Wie bedeutend die Menge des Eisenoxyd im Opal steigen kann, zeigt der braunrothe von *Telkebanya*, welcher nach Klaproth 47 % Eisenoxyd enthält.

[2]) Verhandl. des naturhist. Vereins d. preufs. Rheinl. Jahrg. IX. (1852) S. 377.

[3]) Ebend. S. 459 u. 561.

Nach dem Abdampfen bis fast zur Trockne zeigte sich eine alkalische Reaction und Platinchlorid gab eine Spur von Kali zu erkennen. Ob auch Natron vorhanden und diese Alkalien an Kohlensäure oder an Kieselsäure gebunden waren, konnte nicht ermittelt werden. Diese Quelle gibt

in 24 Stunden	5142	C.-F. Wasser,	worin	8,9	Pf.	Kiesels.
mithin in 1 Jahr	1876830	»	»	3245	»	»
				oder 18	Cubikfuſs	Quarz.

Ein solches Wasser liefert also Kieselsäure in genügender Menge zur Bildung von Holzopal und von Braunkohlensandstein und zur Cementirung der Quarzgerölle, welche manche Schichten dieses Sandsteins zusammensetzen. Das Quarzgerölle und die Gegenwart der in Holzopal umgewandelten Stamm- und Wurzelstücke weisen eine tertiäre Bildung in einem Becken nach, in welches die Gewässer flossen, die damals wie jetzt die aus dem Trachyt und aus dem Trachytconglomerate ausgelaugte Kieselsäure enthielten.

Der Hyalith kommt nach Glocker[1]) in *Schlesien* am Rande der Flächen des Serpentin und des Quarzfels in gröſster Masse und in den zahlreichsten traubigen Formen vor: ohne Zweifel deſshalb, weil hier die an den Flächen herabsickernden Gewässer in Tropfen lange schwebend sich erhalten und während dessen verdunsten. Er findet sich niemals in ganz frischem Serpentin und nie in beträchtlicher Tiefe. Auf dem *Steinberg* sitzt er auch auf Platten von wachsgelbem und braunem Opal und zeigt nicht selten einen vollkommenen Uebergang in diesen. Auch ein Wechsel des Hyalith mit Opalschichten findet statt. Unter den sehr verwitterten Serpentinstücken mit aufliegendem Hyalith fand Glocker mehrere, die auf ihrer Oberfläche mit sehr kleinen schwarzen Lichenen wie besäet waren, während die Oberfläche des Hyalith völlig frei davon ist. Sehr deutlich erkennt man unter der durchsichtigen Hyalithkruste dieselben schwarzen Lichenen. Auch unter den Hyalithen auf dem Quarz fand er solche Lichenen. Nach ihm scheint sich der

[1]) A. a. O. Vergleiche auch L. Müller Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1850. S. 419.

Hyalith auf den Quarzfelsen bei *Jordansmühl* innerhalb sechs bis acht Jahren gebildet zu haben. Zipfer[1]) behauptet sogar, dafs er sich zu *Bohunitz* innerhalb eines Jahres bilde.

Es ist wohl wahrscheinlicher, dafs die Lichenen die Bildung der Hyalithe auf denselben dadurch begünstigt haben, dafs sie die Kieselsäure haltenden Gewässer zurückhielten, als dafs die Verwandtschaft der Pflanzensubstanz zur Kieselsäure diese abgeschieden habe. In letzterem Falle hätten wenigstens die Lichenen nur so lange als Fällungsmittel wirken können, als sie noch nicht ganz von den Hyalithen bedeckt waren.

Nöggerath[2]) beschreibt eine gallertartige Masse im festen Trachyt aus *Ungarn*, welche nach Landolt im an der Luft getrockneten Zustande 46,90 % Kieselsäure, 36,36 % Thonerde und Eisenoxyd und 16,10 % Wasser enthielt.

Fuchs[3]) hält den Chalcedon für ein Gemeng aus Quarz und Opal, weil Aetzkali ihm bei gewöhnlicher Temperatur Kieselsäure entzieht und ihn in Cacholong umwandelt. Als er fein gepülverten Chalcedon eine halbe Stunde lang mit verdünnter Kalilauge kochte, lösten sich 8,9 % Kieselsäure auf, die wohl gröfstentheils Opal gewesen sein mufsten. Dagegen lösten sich vom Quarz, auf dieselbe Weise behandelt, nur Spuren auf. Fuchs legte ein platt geschnittenes Stück von bläulichgrauem und stark durchscheinendem Chalcedon, welches ganz homogen zu sein schien, in mäfsig concentrirte Kalilauge. Nach Verlauf eines Jahres zeigten sich sehr viele parallele Streifen, wovon die einen weifs und fast undurchsichtig, die anderen grau und durchscheinend waren. In der Kalilauge waren 3,9 % Kieselsäure aufgelöst. Er schliefst hieraus, dafs dieser Chalcedon aus abwechselnden Lagen bestanden habe, wovon die einen mehr, die anderen weniger Opal enthielten (auf *Oesteroe* findet sich sogar der Chalcedon von Lagen gemeinen Opals durch-

[1]) Vers. eines topogr. mineral. Handb. von *Ungarn* 1817. S. 40.
[2]) Jahrb. für Mineral. 1858. S. 828.
[3]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXI. S. 577.

zogen). Er theilt demnach den dichten Quarz in opalhaltigen und in opalfreien, und zählt zu jenem, aufser dem Chalcedon und seinem Anhange, den Feuerstein, und zu diesem den Cacholong, Hornstein, Kieselschiefer u. s. w. Auch scheint Opal in manchen Sandsteinen das Bindemittel zu sein.

Folgende Versuche gaben dieselben Resultate. Ein Chalcedon wurde durchschlagen und die eine Hälfte stark geglüht, wodurch sie 0,54 % am Gewichte verlor. Beide Hälften, zu mäfsig feinem Pulver zerrieben, wurden mit gleichen Quantitäten verdünnter Kalilauge eine halbe Stunde lang gekocht. Es hatten sich

von der nicht geglühten Hälfte 2,984 %
von der geglühten Hälfte 2,177 „

aufgelöst. Die Lauge hatte daher von ersterem 0,807 % Kieselsäure mehr aufgelöst als von letzterem. Dies stimmt ziemlich gut mit der Ansicht von Fuchs; denn es war zu erwarten, dafs sich durch Glühen und durch Verlust von Wasser die Auflöslichkeit der Kieselsäure in Kalilauge wenigstens vermindern würde.

Ist der durch Kalilauge ausgezogene Antheil wirklich Opal: so wird man in jedem Chalcedon mehr oder weniger Wasser finden, je nachdem er mehr oder weniger Opal enthält. Es könnte daher sehr wohl gedacht werden, dafs die Beimischung von amorphem Opal dem Chalcedon die Krystallisationsfähigkeit raubt.

Die Flufssäure verhält sich gegen Chalcedon ebenso wie Kalilauge. Als v. Kobell geschliffene Chalcedonplatten mit jener Säure behandelte, kamen Zeichnungen zum Vorschein, die man vorher nicht bemerken konnte, und die durchlaufenden Streifen des krystallisirten Quarz zeigten sich immer, oft deutlich fühlbar erhaben, während die Stellen von amorpher Kieselsäure vertieft geätzt waren.

Das Vorkommen des Chalcedon in kugeligen, traubigen, nierenförmigen, stalactitischen u. s. w. Gestalten zeigt seine amorphe Beschaffenheit. Was in manchen mineralogischen Werken von krystallisirtem Chalcedon angeführt wird, beruht auf ungenauen Beobachtungen.

Nach Fuchs[1]) ist auch der Feuerstein ein Gemeng

[1]) A. a. O. S. 578.

aus Quarz und Opal. Mehrere dünne Splitter desselben, 10 Min. lang der Einwirkung concentrirter Kalilauge ausgesetzt, wurden weifs, undurchsichtig und dem Hornstein ähnlich; sie hatten aber nicht mehr als 1,7 % an Gewicht verloren. Aus Feuersteinpulver, ½ Stunde lang mit verdünnter Kalilauge gekocht, wurden 7,5 % Kieselsäure ausgezogen. Er schliefst daraus, dafs der Feuerstein wirklich Opal enthält, aber etwas weniger als der Chalcedon. Constante Verhältnisse sind natürlich nicht zu erwarten.

H. Rose [1]) erklärt den Chalcedon und Feuerstein im Wesentlichen für Quarz und ihre leichtere Angreifbarkeit durch Reagentien als Folge ihres dichten Zustandes. Rammelsberg [2]) fand, dafs eine Lauge, die den reinen Quarz kaum noch angreift, den Opal keineswegs leicht auflöst, dafs vielmehr Opale selbst nur sehr langsam gelöst werden und der Gang der Löslichkeit der dichten Kieselsäuremassen überhaupt nicht so constant ist, dafs man einen beträchtlich leichter löslichen Antheil (Opal) von einem evident schwerer löslichen (Quarz) zu unterscheiden wagen dürfte.

Ueber die Entstehung der Feuersteine hat schon vor nahe 50 Jahren Hacquet [3]) Bemerkungen mitgetheilt, welche manches Interessante enthalten. Er zeigt, dafs sie unzweifelhaft von der Kreide herrühren, in der er auch 7 % Kieselsäure fand, und dafs sie sehr junge Bildungen seien. So fand man bei *Podgorze* in der Umgegend von *Krakau* an den Grenzen eines Buchenwaldes mitten in zwei faustdicken Feuersteinkugeln versteinerte Buchenwurzeln, welche ihre Farbe vollkommen erhalten hatten. Nur hin und wieder zeigten sich Flecke, welche von Feuersteinmasse herrührten. In einer anderen Feuersteinkugel fanden sich ganz kleine versteinerte Holzspäne [4]). Im

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XCVI. S. 618.

[2]) Ebend. Bd. CXII. S. 177.

[3]) Gehlen's Journ. für Chem. u. Phys. Bd. I. S. 89 ff.

[4]) Holzspäne, die angeblich nur von Nagethieren, Eichhörnchen, Haselmaus u. s. w. herrühren konnten. Da diese Thiere in den dortigen Wäldern nicht selten sind: so mag diese Vermuthung, meint Hacquet, keinem Zweifel unterliegen.

braunschwarzen Feuersteine liegen meist längliche nicht ganz regelmäfsige Würfel, die zuweilen aus reinem blätterigen Kalkspath bestehen. Einer, der mit rothbraunen Jaspisadern durchzogen war, enthielt 13 solcher Einschlüsse. Nach Extraction des kohlensauren Kalk aus fünf solcher Einschlüsse erhielt Hacquet Rückstände, welche 89 bis 97 % Kieselsäure, 0,25 bis 4,25 Kalkerde, aufserdem Thonerde und Eisenoxyd enthielten.

Die Verkieselung von Holzeinschlüssen im Feuerstein findet ihre Analogie in dem so häufig vorkommenden verkieselten Holze. Interessant aber nicht unerwartet sind die Kalksteineinschlüsse in Feuersteinen, welche auch an anderen Orten gefunden werden. Auch andere Einschlüsse finden sich in ihnen. So in der Nähe von *Madrid* Gypsspath und Coelestin auf Kluftflächen eines Feuerstein aus *Frankreich*, wahrscheinlich aus der Kreide [1]).

Die Kreidelager *Südeuropa's* enthalten wenig oder gar keine Feuersteine, die *Nordeuropa's* davon viele in sehr regelmäfsigen horizontalen, oft nur 1 bis 6 Fufs von einander entfernten Schichten. In diesen hat man aber keine Infusorienmergel gefunden, welche in mit der Kreide wechselnden Schichten überaus zahlreich und mächtig in *Sicilien*, *Oran* und *Griechenland* erscheinen. Eine Vergleichung des südlichen Infusorienmergel und der nördlichen Feuersteinschichten liegt sehr nahe und ist sehr ansprechend. Nach Ehrenberg [2]) scheint in diesem Wechselverhältnifs wohl die Feuersteinbildung zu ihrer völligen Erklärung zu gelangen. Der von ihm bisher bemerkte Mangel an zahlreichen verschiedenen Formen von Kieselinfusorien in der Kreide zur Bildung der Feuersteine ist verschwunden und an seine Stelle ein grofser Reichthum getreten. In den Feuersteinen des Jurakalk von *Krakau* fand er wohlerhaltene eigenthümliche Polythalamien und Reste von Spongien oder Tethyen und auch Polythalamien der Kreide in den bei *Cambridge* in *England* unter der Kreide liegenden Gault-(Thon)-Feuersteinen.

Bronn (I. Aufl. Bd. II. S. 1255 ff.) ist der Ansicht,

[1]) Sillem im Jahrb. für Mineral. 1848. S. 392.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. XLVII. S. 506.

dafs die Entstehung der Morpholithe erst begonnen hat, nachdem die Gebirgsarten, welche sie einschliefsen, schon schichtweise niedergeschlagen waren. Hat aber dieser Procefs später stattgefunden: so kann er auch jetzt noch stattfinden, wie auch Ehrenberg annimmt.

Am Schlusse dieses Kapitels, bei Betrachtung der Silification, werden wir auf den Grund neuerer chemischer Untersuchungen zur wahrscheinlichsten Ansicht von der Bildung der Feuersteine geführt werden.

Mineralien in Formen von Quarz. Umwandlungen des Quarzes in andere Mineralien kann es, da die Kieselsäure ein einfaches Oxyd ist: weder durch Verlust noch durch Austausch von Bestandtheilen geben. Möglicherweise könnte sie sich in andere Mineralien durch Aufnahme von Basen umwandeln. In den Gewässern bieten sich ihr aber die Basen, namentlich die Alkalien, die alkalischen Erden, das Eisenoxydul u. s. w. nicht im isolirten Zustande, sondern an Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor u. s. w. gebunden dar; diese Stoffe kann aber die schwache Kieselsäure auf nassem Wege und in gewöhnlicher Temperatur nicht verdrängen.

In der Sammlung von Bocksch zu *Waldenburg* fand ich zwei Quarze aus einem Erzgange, in welchem Höhlungen nach gleicher Richtung waren, wie wenn in denselben Wasser geflossen wären. Hier war eine Fortführung der Kieselsäure in ihrer unlöslichen Modification unzweifelhaft. Die Löslichkeit des Chalcedon in Wasser wurde auch direct dargethan (Bd. I. S. 215). Verdrängungspseudomorphosen sind also möglich. Da jedoch nur drei Mineralien in Quarzformen vorkommen, und zwei davon es unbestimmt lassen, ob wirkliche Verdrängungen stattgefunden haben: so ergibt sich hieraus, dafs nur unter besonders seltenen Umständen eine solche Verdrängung möglich ist.

Brauneisenstein und Eisenkies in Formen von Quarz. Diese Pseudomorphosen hat man an drei Orten gefunden[1]). Da Eisenoxydhydrat nie in wässriger Auf-

[1]) Blum die Pseudomorphosen. S. 294 und zweiter Nachtrag. S. 118.

lösung vorkommt: so können es nur Gewässer, welche kohlensaures Eisenoxydul enthalten, absetzen. Die Möglichkeit ist daher gegeben, dafs solche Gewässer, nachdem dieser Absatz aus ihnen erfolgt ist, die Kieselsäure des Quarz auflösen und fortführen. Da indefs hohle Pseudomorphosen von Brauneisenstein, aus denen der Quarz ganz verschwunden ist, nur höchst selten vorkommen: so finden nur in den seltensten Fällen eigentliche Verdrängungspseudomorphosen des Brauneisenstein in Formen von Quarz statt; in den meisten sind sie blos Eisenoxydhydratüberzüge auf Quarzkrystallen.

Da Eisenkies aus Eisenoxydulcarbonat, schwefelsauren Salzen und organischen Substanzen entstehen kann (Bd. I. S. 558): so ist seine Bildung auf Quarzkrystallen möglich, welche mit Gewässern, in denen diese Stoffe enthalten sind, in Berührung kommen. So lange aber keine Eisenkiese in Quarzformen gefunden werden, aus denen der Quarz ganz verschwunden ist, müssen wir an der Existenz eigentlicher Verdrängungspseudomorphosen zweifeln.

Umgekehrt gibt es Verdrängungspseudomorphosen des Quarz in Formen von Eisenspath, Eisenglanz und Eisenkies. Wenn die beiden letzteren Pseudomorphosen dem allgemeinen Gesetze, dafs das verdrängende Mineral stets schwerlöslicher ist als das verdrängte (Bd. I. S. 178 u. 111), zu widersprechen scheinen: so hebt sich der Widerspruch durch den Umstand, dafs der Eisenglanz und der Eisenkies in keinem Falle als solche von den Gewässern fortgeführt werden. Das Eisenoxyd wird leicht durch organische Substanzen zu Oxydul reducirt, und das Schwefeleisen wird eben so leicht durch Sauerstoff in schwefelsaures Eisenoxydul umgewandelt. Gewässer, welche organische Substanzen enthalten, reduciren daher den Eisenglanz und lösen das Eisenoxydul als Carbonat auf; denn enthalten auch solche Gewässer keine Kohlensäure, so bildet sich dieselbe gleichwohl durch diese Reduction. Da das kohlensaure Eisenoxydul in kohlensaurem Wasser leichtlöslicher als die Kieselsäure ist: so entspricht dies jenem allgemeinen Gesetze, und es ist also derselbe Fall wie beim Verdrängen des Eisenspath durch Quarz.

Ebenso verdrängen Gewässer, welche Kieselsäure

und Sauerstoff enthalten, den Eisenkies; denn das Schwefeleisen, welches an sich gewifs zu den unlöslichsten Körpern gehört, wandelt sich durch Oxydation in das leichtlösliche schwefelsaure Eisenoxydul um. So bestätigt sich auch in diesem Falle jenes allgemeine Gesetz.

Zu den unzweifelhaften Fällen einer solchen Verdrängung gehören:

Speckstein in Formen von Quarz (Bd. I. S. 145). Diese Pseudomorphosen finden sich nach Blum[1]) unter denselben Verhältnissen wie die in Formen von Bitterspath und mit diesen in Gesellschaft (S. 823). Der Quarz wird etwas trübe, glanzlos, weifs und besonders spröde; er läfst sich zu einem feinkörnigen Pulver ritzen, wobei jedoch stets feine Splitter abspringen. Dicht daneben ist die Masse weich, matt, gelblich oder graulichweifs, mit einem Worte Speckstein. Auch der Glimmerschiefer in der Nähe dieser Pseudomorphosen ist in Speckstein umgewandelt, welches leicht zu begreifen ist, da dessen Gemengtheile, Quarz und Glimmer, für sich dieser Umwandlung unterliegen. Dieser Speckstein nach Glimmerschiefer zeigt noch das schiefrige Gefüge desselben und die Stellen des aus dem Glimmer hervorgegangenen Speckstein sind bräunlich gefärbt, ohne Zweifel durch den Eisengehalt des Glimmer. Blum führt noch mehrere andere Orte an, wo sich Verdrängungspseudomorphosen des Speckstein nach Quarz finden. Er macht ferner aufmerksam auf die Umwandlung derber Quarzmassen in Speckstein, und ist der Meinung, dafs der meiste auf Gängen vorkommende Speckstein von solcher Entstehung sei.

Nauck[2]) fügt Blum's genauer Beschreibung der Verhältnisse des Speckstein von *Göpfersgrün* Interessantes bei, und unterwirft dessen genetische Erklärungen einer sorgfältigen Kritik. Blum zählt die Pseudomorphosen des Speckstein nach Quarz zu den Umwandlungspseudomorphosen durch Austausch von Bestandtheilen. Dem-

[1]) A. a. O. S. 115 und Nachtrag S. 68. Siehe auch Marx in Schweigger's Journ. Bd. LVI. S. 312.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXV. S. 129 ff.

gemäfs hätte der Quarz einen Theil seiner Kieselsäure abgegeben und dagegen Magnesia aufgenommen und jener hätte sich da, wo Bitterspath in der Nähe war, mit dessen Magnesia gleichfalls zu Speckstein verbunden. Beides ist aber nicht denkbar, da die Kieselsäure die Magnesiasalze nicht, mithin auch nicht die kohlensaure Magnesia des Bitterspath auf nassem Wege zersetzen kann. Abgesehen davon würde aber, bemerkt Nauck, der Magnesiagehalt des Bitterspath nicht ausgereicht haben, um sowohl diesen, als den Quarz ohne Volumenverlust in Speckstein zu verwandeln und noch obendrein alle Zwischenräume mit Speckstein auszufüllen. Er kommt zu unserer, ihm als eine evidente Gewifsheit erscheinenden Ansicht, dafs der Speckstein von aufsen her als Magnesiasilicat zugeführt worden ist (I. Aufl. Bd. I. S. 791 ff. und Bd. II. S. 1263 ff.). So lange nicht ein Procefs aufgefunden wird, wodurch irgend eine Magnesiaverbindung durch Kieselsäure zersetzt wird, müssen wir bei dieser Ansicht stehen bleiben.

Nach Nauck enthält der *Göpfersgrüner* Speckstein in Quarzformen und in der Ausfüllungsmasse fast reines Magnesiasilicat mit geringen Spuren von Eisenoxydul, Manganoxydul und Magnesiasilicat. Der erwähnte trübe und glanzlose Zustand des Quarz in der Nähe des Speckstein spricht sehr dafür, dafs die Verwitterung der Verdrängung durch Magnesiasilicat vorausgegangen ist.

Ein Seitenstück zu den Specksteinpseudomorphosen nach Quarz sind die von G. Rose[1]) beschriebenen Specksteinknollen im Gyps vom *Stecklenberg* am *Harz,* welche ganz das Ansehen von Pseudomorphosen nach Feuerstein haben. Nach der Analyse von Bromeis haben diese Knollen ganz die Mischung des Speckstein; sie enthalten aber die bedeutende Menge von 4 % Kohle und bituminösen Theilen, welche wahrscheinlich vom ursprünglichen Feuerstein herrühren.

Blum[2]) macht auf das häufige Vorkommen des Feuerstein in knolligen Massen im Meerschaum aufmerksam.

[1]) Zeitschrift der deutschen geol. Gesellsch. Bd. II. S. 136.

[2]) Die Pseudomorphosen. S. 126.

Ein solches Exemplar zeigt ganz die äufsere kugelige Form des Feuerstein. Im Innern befindet sich noch ein Kern von unverändertem Feuerstein, der in Meerschaum übergeht, wie der Quarz in Speckstein. Der fettglänzende braune Feuerstein wird matt, lichter von Farbe, ritzbar und geht in die gelblichweifse weiche Masse von Meerschaum über. Blum zweifelt nicht an der Umwandlung des Feuerstein in Meerschaum, obgleich, da der Feuerstein amorph ist, die Formen fehlen, welche sie beweisen könnten. Da vollkommen geschlossene Feuersteine vorkommen, deren Inneres mit den schönsten Quarzkrystallen ausgefüllt ist (die Mineraliengallerie in *Dresden* besitzt ein ausgezeichnetes Exemplar dieser Art): so könnten vielleicht solche Beweise noch aufgefunden werden.

Da der Meerschaum wie der Speckstein ein wasserhaltiges Magnesiasilicat ist: so ist an der Möglichkeit nicht zu zweifeln, dafs eine Varietät des Quarz wie der Feuerstein durch ein wasserhaltiges Magnesiasilicat verdrängt werden kann, und um so weniger, da meine Versuche zeigen, dafs der Feuerstein durch Verwitterung in die lösliche Modification der Kieselsäure übergeht.

Vorkommen und Entstehung. Wir finden den Quarz 1) als selbstständige Gebirgsmasse, namentlich im Glimmerschiefer, 2) in Gebirgsgesteinen, 3) in Gängen, 4) in Drusenräumen und 5) als Ausscheidung in sedimentären Gesteinen, welche Silicate nicht als wesentliche Gemengtheile enthalten.

In Gebirgsgesteinen kommt er theils krystallisirt, theils amorph, aber noch deutlich mineralogisch erkennbar, theils nur chemisch nachweisbar vor. Findet nämlich die Analyse in einem Gebirgsgesteine oder in der Grundmasse eines solchen eine gröfsere Menge Kieselsäure als in den an Kieselsäure reichsten Mineralien, in den Feldspathen: so mufs darin freie Kieselsäure vorhanden sein.

Der Quarzfels kommt sehr häufig im Glimmerschiefer in Schichten vor und in seiner gröfsten Reinheit tritt er als krystallinischer Quarz auf. Auf eine colossale Weise ragt er als mächtiges Lager mit kleinen Glimmerschüppchen gemengt aus dem Glimmerschiefer des *Ural* und des

Taganai, am letzteren Orte fast 450 Fufs hoch, wie eine ungeheure Felsenmauer hervor [1]). Offenbar hatte früher der Glimmerschiefer dieselbe Höhe, ist aber, da er den Einwirkungen der Atmosphäre mehr unterworfen, an seiner Oberfläche und zur Seite des festeren Quarzes zerstört worden.

Eine solche 450 Fufs über den Glimmerschiefer hervorragende Felsenmauer gibt einen Begriff von der langen Dauer geologischer Perioden. Welcher Zeitraum war erforderlich, ehe sich ein Quarzlager von solcher Mächtigkeit gebildet hatte, und welcher war wieder nöthig, bis der Glimmerschiefer mindestens 450 Fufs hoch weggeführt wurde?

Reich an interessanten Quarzlagern, mehr oder weniger Glimmer enthaltend, ist das *Erzgebirge*. In der Gegend von *Freiberg* läfst sich ein solches auf eine Länge von $^5/_4$ Stunden verfolgen [2]). Der Quarzschiefer bei *Breitenau* geht durch Zunahme des Glimmer nicht nur in grobschuppigen Glimmerschiefer, sondern auch durch Aufnahme von Feldspath in Gneifs über. Eine ganz eigenthümliche Bildung ist der eisenschüssige Quarzbrockenfels, der sich theils neben dem Serpentin [3]) fast bis zur gröfsten Höhe fortzieht, theils auch mehrfach im Gebiete des *Erzgebirgischen* Glimmerschiefer vorkommt [4]). Er ist ein sehr zerklüfteter und zerstückelter, gelber und gelblichbrauner, von feinen Adern krystallisirten Quarzes durchzogener Hornstein.

Die Gesteine der Familie des Quarzites, wozu Naumann [5]) aufser dem Quarzit in seinen verschiedenen Varietäten den Itakolumit, Greisen, Schörlquarzit und den krystallinischen Quarzsandstein zählt, bestehen gänzlich oder doch hauptsächlich aus krystallinischem Quarz. Im Itakolumit sind die Quarzkörner nicht mit einander ver-

[1]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. II. S. 105.

[2]) Naumann Erläuterungen zu der geogn. Karte des Königreiches *Sachsen* 1838. Heft II. S. 80 ff.

[3]) Ebend. S. 35.

[4]) Ebend. S. 204.

[5]) Lehrb. der Geognosie. Bd. I. S. 545 ff.

wachsen, sondern hängen durch den elastischen Glimmer zusammen, wodurch das Gestein elastisch wird (Gelenkquarz).

Der krystallisirte Quarz findet sich in manchen Sandsteinformationen und bildet darin Schichten und ganze Schichtensysteme aus lauter krystallinischen Quarzkörnern, ja zuweilen aus vollständig ausgebildeten oder doch nur in ihren gegenseitigen Berührungsflächen gestörten Quarzkrystallen. Sogar die losen Sandablagerungen der Braunkohlenformation bestehen zuweilen aus ganz krystallinischen Quarzkörnern. Eine sehr grofse Verbreitung hat die Kieselsäure in den Sandsteinen (siehe Bd. III. Kap. XLVII).

Gangförmig tritt die Kieselsäure überaus häufig auf. Quarzgänge finden sich in vielen krystallinischen und sedimentären Gesteinen (namentlich im Thonschiefer). Der Quarz in diesen Gängen ist amorph; nur in deren Drusenräumen und auf Erzgängen ist er krystallisirt. Bemerkenswerth ist das von G. Rose [1]) nachgewiesene Vorkommen von krystallisirtem Quarz in dem Meteoreisen von *Xiquipilco* in *Mexico*.

Opal findet sich in regellosen Gängen und Adern oder nesterweise in trachytischen Gesteinen und im Serpentin; in sedimentären Gesteinen wurde er bis jetzt nur im Taunusschiefer in der Umgegend von *Wiesbaden* [2]) angetroffen. Chalcedon kommt in Schnüren im Porphyr und auf Erz- und Barytspathgängen, Achat auf Gängen im Gneifs, Jaspis in Gängen verschiedener Gebirgsarten vor.

Eine reiche Fundgrube von kieseligen Bildungen sind die Drusenräume und Höhlungen (Krystall-Keller oder Gewölbe) und die Drusenräume in Mandelsteinen. In letzteren kommen auch Amethyst, Achat, Opal, Chalcedon, Kacholong, Karneol und Heliotrop vor. Hyalith findet sich auf Klüften und in Drusenräumen von Dolerit, in Drusen von Basalt, Trachyt, Porphyr, als Ueberzug auf zersetztem Serpentin, ebenso auf Quarz, in Drusen-

[1]) Monatsber. der k. Acad. der Wiss. zu *Berlin* 11. April 1861.

[2]) F. Sandberger in Jahrb. des Vereins für Naturkunde. Heft VI. S. 6.

räumen von Lava, tropfsteinartig auf Thonschiefer und auf Erzgängen.

Da alle kieseligen Bildungen in Gängen und Drusenräumen vom Nebengestein herrühren [1]: so müssen dieselben in einer bestimmten Beziehung zu den Gemengtheilen des Nebengesteins, deren Zersetzungsproducte sie sind, stehen. Den gemeinen amorphen Quarz und die Bergkrystalle finden wir in Gängen und Drusenräumen aller Gesteine, sowohl der krystallinischen als der sedimentären. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dafs diese wasserfreien kieseligen Bildungen vorzugsweise im Granit, Gneifs, Glimmerschiefer und Thonschiefer concentrirt sind. Von den übrigen kieseligen Bildungen, und namentlich vom wasserhaltigen Opal, ist ein Vorkommen in diesen Gesteinen, mit Ausnahme auf Gängen im Glimmerschiefer von *Bleistadt* in *Böhmen* und in Klüften des vorhin genannten Taunusschiefers, nicht bekannt. Dagegen sind die trachytischen Gesteine die Hauptfundorte der Opale. Sind es vorzugsweise die Feldspathe, deren Zersetzung die Kieselsäure zu den kieseligen Bildungen in Gängen und Drusenräumen liefert: so müssen wir vermuthen, dafs sich aus dem glasigen Feldspath, dem Hauptgemengtheil des Trachyt, bei seiner Zersetzung eine zur Opalbildung besonders geeignete Kieselsäure ausscheidet, während die aus der Zersetzung des Orthoklas im Granit, Gneifs u. s. w. oder der Orthoklasreste in der Grauwacke und im Thonschiefer hervorgegangene Kieselsäure meist als amorpher Quarz oder als Bergkrystall abgesetzt wird.

Zu den sedimentären Gesteinen, welche Silicate nicht als wesentliche Gemengtheile und doch manchmal ausgeschiedenen Quarz enthalten, gehören die Kalksteine, die Mergellager und der Gyps.

Quarz findet sich in manchen körnigen Kalksteinen nicht so gar selten. In den gemeinen Kalksteinen sind Kugeln, Nieren und Nester, Drusen und Trümmer von

[1] Breithaupt (Paragenesis S. 266) macht aufmerksam, dafs der Quarz in Gangformationen, welche in Gebirgsgesteinen aufsetzen, die nicht selbst aus Quarz und Silicaten oder blos aus Silicaten zusammengesetzt sind, fast gänzlich fehlt.

Quarz, Hornstein oder Feuerstein eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Auch im Süfswasserkalkstein kommen Nester und Trümmer von Hornstein und Feuerstein vor. In einem mergelichen bis dichten Kalksteine bei *Pforzheim* trifft man sehr deutliche scharfkantige und selbst bis fingergliedgrofse Quarzkrystalle an, welche meist etwas Schwefel einschliefsen. In einem Mergel bei *Pösneck* in *Thüringen* findet man Millionen von sehr kleinen aber äufserst scharfkantigen Quarzkrystallen. Auf den Feldern von *Hovinia Krieska* in *Gallizien* liegen viele lose durchsichtige Bergkrystalle. Im Gyps (*Gräfintonna* in *Thüringen, St. Jago di Compostella* in *Spanien*) kommen Quarzkrystalle vor [1]).

Der Kieselkalkstein ist mit Kieselsäure sehr stark imprägnirt, und umschliefst auch Nester, Trümmer und Adern von Hornstein oder Chalcedon, die zum Theil allmälig in die umgebende Gesteinsmasse verfliefsen. In anderen kieseligen Kalksteinen tritt die Kieselsäure gar nicht sichtbar hervor, sondern gibt sich nur durch eine bedeutende Härte und durch schwierige Zersetzbarkeit des Gesteins zu erkennen. Dahin gehört der Plänerkalkstein von *Klotzcha* bei *Dresden*, welcher nach Stöckhardt 22 bis 48 % Kieselsäure enthält.

Mehrere Naturforscher, Spallanzani, Ripetti, Northrop und Eli Whitney führen wirklich beobachtete Bildungen von Quarzkrystallen aus wässerigen Flüssigkeiten an. Silliman berichtet von einer milchigen Flüssigkeit, womit eine Chalcedonmandel erfüllt war. Als dieselbe an der Luft verdunstete, bildeten sich kleine, farblose $1\frac{1}{2}$ Linie lange Quarzkrystalle. In einer anderen Chalcedonmandel war ein weifser Brei vorhanden, aus welchem während des Eintrocknens gleichfalls solche Krystalle anschossen, die so hart waren, dafs man damit Glas ritzen konnte.

Diese so oft wiederholten Beobachtungen, deren Aechtheit wohl nicht bezweifelt werden kann, führen zu der Bemerkung, dafs weder die weichen kieseligen Massen noch die in Drusenräumen vorkommenden quarzigen

[1]) Breithaupt Paragenesis S. 27 und 43.

Bildungen unmöglich aus einer Flüssigkeit entstanden sein konnten, womit ein einziges Mal die hohlen Räume erfüllt worden waren; denn dafür ist, im Verhältnisse zum Volumen dieser Räume, ihre Masse viel zu grofs und die Löslichkeit der Kieselsäure im Wasser viel zu gering. In den Mandelsteinen sind bekanntlich gar nicht selten die Drusenräume ganz oder fast ganz mit den kieseligen Bildungen erfüllt. Da in diesen Räumen die Verdunstung äufserst langsam von Statten geht (Bd. III. Drusenräume): so wird beim Oeffnen derselben und in freier Luft durch die nunmehr rasch eintretende Verdunstung die weiche Masse erhärten. Ist in einer solchen Flüssigkeit krystallisirbare Kieselsäure aufgelöst und hat sich die Auflösung durch Verdunstung nach und nach bis zur Sättigung concentrirt: so ist begreiflich, wie beim Oeffnen des Drusenraums Bergkrystalle ebenso herauskrystallisiren werden, wie irgend ein im Wasser gelöstes Salz unter ähnlichen Umständen krystallisirt. Die darin schwebenden Kieselsäurepartikelchen sind höchst wahrscheinlich amorph und geben daher nach dem Eintrocknen entweder Chalcedon (der freilich nach Rose zu den krystallinischen Bildungen gehört,) oder Opal. Die von Ripetti und Northrop angeführten Erscheinungen weisen das gleichzeitige Vorhandensein von amorpher und krystallisirbarer Kieselsäure nach; sie sind daher in Uebereinstimmung mit dem gleichzeitigen Vorkommen von amorphen kieseligen Bildungen und von Quarzkrystallen in denselben Drusenräumen.

Es kann nicht bezweifelt werden, dafs die Bildung der grofsen und ausgezeichneten Quarzkrystalle, welche sich gerade in Drusenräumen finden, von der äufserst langsamen Verdunstung des Wassers in diesen Räumen abhängt; denn aus jeder Auflösung schiefsen um so vollkommnere und um so gröfsere Krystalle an, je langsamer die Verdunstung erfolgt.

Aber auch auf künstlichem Wege hat man Quarzkrystalle erhalten. Siegling[1]) erhielt aus einer sehr verdünnten Kieselfeuchtigkeit mit überschüssigem Alkali,

[1]) Lehrb. der Chemie von Wolff 1821. Bd. II. S. 179.

welche acht Jahre lang der Luft ausgesetzt war, Gruppen von vierseitigen Pyramiden, die vollkommen durchsichtig und so hart waren, daſs sie mit dem Stahle Funken gaben, und von Säuren nicht angegriffen wurden. Schafhäutl [1]) sah aus Wasser, worin er im Papinischen Topfe frisch gefällte Kieselsäure aufgelöst hatte, beim Verdunsten schon nach acht Tagen mikroskopische sechsseitige Prismen mit sechsflächiger Zuspitzung entstehen.

Becquerel [2]) brachte eine sehr verdünnte Lösung von Kalisilicat mit mehreren Gypsblättchen in ein unvollkommen verschlossenes Gefäſs. Durch die eindringende atmosphärische Kohlensäure wurde das Silicat nach und nach zersetzt und das entstandene kohlensaure Kali zersetzte den schwefelsauren Kalk in schwefelsaures Kali und kohlensauren Kalk, welcher krystallisirte. Gleichzeitig schied sich in Körnern oder Blättchen Kieselsäure ab, welche Glas ritzte und 12 % Wasser enthielt. Am Boden des Gefäſses bildeten sich sehr dünne Blättchen, welche dieselbe Härte besaſsen. Mit einer heiſsen Lösung von kohlensaurem Kali behandelt lieſsen sie durchsichtige Lamellen zurück, welche unter zwei Nichol's Prismen die den Krystallen von doppelter Strahlenbrechung eigenthümlichen Farben zeigten. Diese Lamellen gehören daher dem Quarz an.

Diese Resultate berechtigen zu dem Schlusse, daſs es in dem Versuche von Siegling gleichfalls die atmosphärische Kohlensäure war, welche die Zersetzung des Kalisilicat und Bildung von Quarzkrystallen verursacht hatte. Der Zusatz von schwefelsaurem Kalk ist gewiſs nicht wesentlich, sondern er mag nur in so weit die Abscheidung der Kieselsäure begünstigen, als er die Bildung von schwefelsaurem Kali veranlaſste, welches nicht wie das kohlensaure Kali auflösend auf die Kieselsäure wirkte. Das ist aber in Becquerel's Versuchen interessant, daſs die Kieselsäure in ihren beiden Modificationen ausgeschieden wurde. [3])

[1]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1846. S. 665.

[2]) L'Institut 1853. No. 996 und Compt. rend. T. XXXVI. p. 211.

[3]) Uebrigens habe ich schon (I. Aufl. Bd. II. S. 1223) wahrscheinlich

Senarmont stellte mikroskopische Bergkrystalle dar, indem er eine Lösung von Kieselsäure in kohlensaurem Wasser oder in sehr verdünnter Salzsäure unter starkem Drucke einer Temperatur von 200 bis 300° aussetzte. Fremy erhielt festes Kieselsäurehydrat durch Zersetzung des Schwefelkiesel mittelst Wasser. Cross erhielt krystallisirten Quarz, als er Kieselfluorwasserstoffsäure oder die Lösung der Kieselsäure in Kali durch den galvanischen Strom zersetzte.[1])

Da sich nach S. 833 Kieselsäure aus einer nicht eingetrockneten Lösung von Natronsilicat absetzt, da sich nach Siegling, selbst in einer Kieselfeuchtigkeit, welche überschüssiges Alkali enthielt, Quarzkrystalle gebildet hatten: so werden sich auch nach dem Eintrocknen eines alkalischen Silicats in einem Drusenraume kieselige Bildungen, theils amorphe, theils krystallinische, abscheiden.

Der geringe Gehalt an Alkalien in kieseligen Bildungen (S. 833 u. 834) und an Kalkerde und Magnesia in Opalen (S. 835) zeigt die Reste der Basen, womit die Kieselsäure verbunden war. Die Wahrscheinlichkeit nimmt daher zu, dafs die Silicate, nach ihrem Absatze, in zwei verschiedene Verbindungen zerfallen: in eine höchst schwerlösliche aus sehr viel Kieselsäure und sehr wenig Base, und in eine leichtlösliche aus sehr wenig Kieselsäure und sehr viel Base. Jene bleibt zurück, diese wird in der Mutterlauge fortgeführt. Letztere finden wir in Quellen, und wir werden sie wahrscheinlich stets in solchen Quellen finden, welche aus Gesteinen entspringen, worin jetzt noch kieselige Absätze erfolgen. Die kieseligen Absätze in Drusenräumen wie in Gängen können daher theils aus freier Kieselsäure, theils aus Silicaten in Gewässern entstehen.

Quarzkrystalle, welche Kerne anderer Färbung enthalten oder von schaliger Zusammensetzung sind, haben sich gewifs nach und nach und mit Unterbrechung zu

gleichzeitig mit Becquerel gefunden, dafs die Kieselsäure, welche sich ohne Mitwirkung von Kohlensäure aus einer verdünnten Lösung von kieselsaurem Natron nach $1^1/_2$ Jahren ausgeschieden hatte, (S. 833) nur theilweise von kochender Salzsäure aufgelöst wurde.

[1]) Comptes rendus. a. a. O.

ihrer jetzigen Gröfse ausgebildet. So lassen sich im grauen Quarze von *Montepulciano* in *Toscana*, nach Breithaupt[1]), vier Bildungsperioden in seinem Innern nachweisen. Aller sogenannte Haubenquarz gehört hierher. Sillem[2]) beschreibt einen Quarzkrystall, in welchem ein anderer kleinerer eingeschlossen ist. Zwischen beiden hat sich Chlorit abgelagert: ein Beweis, dafs die Bildung des äufseren nicht in ununterbrochener Folge mit der des inneren stattfand. In einem grofsen Krystall von *Schemnitz* in *Ungarn* erscheint ein kleiner, sehr scharfer, die sechsseitige Säule, an beiden Enden mit der Pyramide, ganz frei liegend. Nichts kann mehr für eine successive Bildung der Quarzkrystalle überhaupt und daher auf nassem Wege sprechen, als solche Erscheinungen.

In Breithaupt's Paragenesis ist eine frei stehende Quarzdruse abgebildet, in welcher einzelne Bergkrystalle gebogen erscheinen. Da, wie Breithaupt bemerkt[3]), die Krystalle nicht mit krummen Achsen krystallisiren, da ferner solche Krümmungen auch gewöhnlich mit wirklichen Zerbrechungen vorkommen: so müssen jene Krystalle, als sie nach ihrer Bildung noch nicht völlig starr und spröde, sondern noch gleichsam knetbar waren, gewaltsame Biegungen erlitten haben.

Uns scheint, dafs mit der Bildung eines Krystalls auch seine Härte, Sprödigkeit, kurz alle seine physikalischen Eigenschaften gegeben sind. So verhält sichs wenigstens bei den künstlichen Krystallisationen in unsern Laboratorien, und es ist kein Grund vorhanden, andere Verhältnisse in der Natur anzunehmen. Wir haben die Bildung der Quarzkrystalle mit der der Gypskrystalle auf Dornsteinen verglichen (I. Aufl. Bd. II. S. 1056). Sie kann nicht anders als durch Juxtaposition der Moleküle erfolgen, und da die Krystallisation gröfserer Quarzkrystalle mindestens Zeiträume von Jahrhunderten fordert: so könnten solche Krystalle unmöglich so lange in einem knet-

[1]) Handb. der Mineral. Bd. III. S. 667. Siehe auch Breithaupt und G. v. Rath Jahresber. 1856. S. 841.

[2]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1848. S. 110.

[3]) A. a. O. S. 11.

baren Zustande verbleiben [1]). So lange als keine Störungen eintreten, werden die Quarzkrystalle, wie jene Gypskrystalle, ihre Achsenrichtung beibehalten. Wenn aber etwa ein Quarzkrystall in senkrechter Richtung sich bildet und bei seiner fortschreitenden Bildung auf andere schiefstehende Quarzkrystalle trifft: so wird er, wenn die Bedingungen zu seiner Fortbildung, nämlich herabtröpfelnde Gewässer, fortdauern, gewifs eben so seine Richtung verändern, wie ein Baum, der während seines Wachsthums auf Hindernisse, etwa auf einen andern schiefstehenden Baum stöfst. Dafs solche gekrümmte Quarzkrystalle zu den seltenen Erscheinungen gehören müssen, ist klar; denn meist wird es geschehen, dafs derjenige Krystall, welcher einem anderen über den Kopf wächst, gleichsam wie ein Regenschirm die herabtröpfelnden Wassertropfen auffängt und, diesem entziehend, dessen Fortwachsen hindert. Wirklich scheint es nach jener Abbildung, dafs andere Krystalle, deren Achsen theils wagerechte, theils schiefe Richtungen hatten, es waren, welche die Biegungen der an denselben aufwachsenden Krystalle veranlafst haben. Wir sind daher der Ansicht, dafs diese von Breithaupt beschriebenen gekrümmten Quarzkrystalle in die Kategorie der von ihm angeführten gestörten Krystallisationen gehören.

Ueberblicken wir das Vorkommen des krystallisirten Quarz: so tritt uns ein sonderbarer Contrast entgegen. In krystallinischen Gebirgsgesteinen findet er sich verhältnifsmäfsig selten und nie in grofsen Krystallen. Amethyste kommen darin nie vor. Sind jene Gesteine, nach der Ansicht der Plutonisten, pyrogenetische Bildungen: so scheint die Natur nicht die Kunst zu verstehen, auf diesem Wege grofse Krystallen zu bilden. Ist

[1]) Schafhäutl (Jahrb. für Mineral. 1845. S. 859) führt an, dafs man in einem Blocke *Carrarischen* Marmors einen Höhlenraum fand, worin ein faustgrofser Bergkrystall safs, welcher so teigig elastisch war, dafs er jede Form und Eindrücke annahm, später aber fest und undurchsichtig wurde, wie dies nach Versicherung der Arbeiter öfter vorkommen soll. Wenn Schafhäutl diesen teigig elastischen Bergkrystall nicht selbst gesehen hat: so müssen wir eine solche Entdeckung stark bezweifeln.

aber die Bildung eines Granit auf feuerflüssigem Wege überhaupt möglich: so waren in einer erstarrenden Masse von mächtigem Umfange die günstigsten Bedingungen für eine Bildung grofser Quarzkrystalle gegeben; denn hier würde die Erstarrung aufserordentlich langsam von Statten gegangen sein. Noch so mächtige Granitgänge würden selbstredend bei weitem schneller erstarren, wenn ihre Gangmassen im feuerflüssigen Zustande aus der Tiefe aufgestiegen wären, als grofse Granitgebirge; gleichwohl finden wir in den Drusenräumen derselben Quarzkrystalle, und zwar die gröfsten (3—4 Fufs grofse I. Aufl. Bd. II. S. 1075 ff), während sie dem Gebirgsgranit in der Regel fehlen. So lange nicht die Plutonisten dieses Räthsel lösen, können sie nicht einmal von der Möglichkeit einer Bildung von krystallisirtem Quarz sprechen. Sie können es aber sehr einfach lösen, wenn sie endlich zur Ueberzeugung kommen, dafs noch nie der kleinste Quarzkrystall auf pyrochemischem Wege entstanden ist.

Was von der Bildung der Bergkrystalle gilt, hat Bezug auf alle Quarzbildungen. Der Feldspath zerfällt nach gänzlicher Zersetzung in 43,5 % Kieselsäure und in 40 % Kaolin. Beide Zersetzungsproducte sind sich daher nahe gleich. Eben so viel als die durch Zersetzung des Feldspath entstandenen Thonablagerungen ausmachen, betragen demnach die durch diesen Procefs ausgeschiedenen Quantitäten Kieselsäure: jene, die wir vor Augen haben, sind daher das Maafs für diese.

Diejenigen, welche gewohnt sind, das was in wässeriger Lösung aus den Gesteinen fortgeführt wird, für gering zu achten, brauchen also nur ihr Augenmerk auf die mächtigen Thonablagerungen in den Thälern zu richten, und sie werden anderen Sinnes werden. Sie müssen sich umsehen nach Quarzlagern, die eben so mächtig sind, wie die Thonlager, und sie finden dieselben wie wir gesehen haben. Es ist mithin eine Nothwendigkeit, dafs nicht blos die Quarzadern im Gebirgsgesteine, sondern auch die bei weitem bedeutenderen Quarzlager Absätze aus Gewässern sind, und keine zeigen das Gepräge solcher Absätze mehr als die im *Erzgebirge* (S. 852). In den Anschwemmungen der Flüsse finden wir neben den mäch-

tigen Thonlagern selten und doch nur unbedeutende Kieselsäureabsätze; denn der Quarzsand und die Quarzgerölle, welche mit den Thonlagern wechseln und Ablagerungen von Quarzbildungen aus den Gebirgsgesteinen sind, gehören nicht hierher. Bei weitem der gröfste Theil der Kieselsäure, welche ein Aequivalent der Thonablagerungen ist, gelangt daher im aufgelösten Zustande in das Meer. Hier liefert sie nicht blos das Material für kieselige Bildungen durch organische Thätigkeit, sondern höchst wahrscheinlich auch für die durch Verdrängung vorhandener Absätze entstehenden Quarzablagerungen; denn das ist das Bewunderungswerthe in den Bildungen des Mineralreiches, dafs da, wo sich nicht durch Verdunstung des Wassers das Aufgelöste aus dem Meere abscheiden kann, Verdrängungsprocesse die Abscheidung bewirken. Brauchen wir noch daran zu erinnern, dafs keine Substanz eine gröfsere Zahl von Mineralkörpern verdrängen kann, als die Kieselsäure?

Wenn die Plutonisten mächtige Quarzmassen aus unergründlichen Tiefen aufsteigen lassen, ohne Rechenschaft zu geben, wohin die mächtigen Kieselsäuremassen gekommen sind, welche die Zersetzung ganzer Gebirge geliefert hat und noch täglich liefert: so zeigen sie wenig Umsicht in ihren Ansichten. Alle Kieselsäure, welche, seitdem Gewässer auf Erden circuliren, dem Meere zugeführt worden, war noch nicht im Stande, den Kieselsäuregehalt in demselben bis zu dem Verhältnisse zu steigern, in welchem wir ihn in Quellen finden; denn es gibt kalte Quellen, welche mehr als 3 mal so viel Kieselsäure enthalten als das Meerwasser enthält.

Kein Mineral hat so verschiedenartige Substanzen als Einschlüsse aufzuweisen wie der Bergkrystall. In ihm finden sich Barytspath, Anhydrit, Kalkspath, Magnesitspath, Bitterspath, Disthen, Topas, Glimmer, Adular, Chlorit, Albit, Stilbit und Chabasit, Axinit, Turmalin, Epidot, Talk, Hornblende und Strahlstein, Amianth, Beryll, Titanit, Rutil, Antimonglanz, Scheelit, Blende, Zinnerz, Eisenkies, Bleiglanz, Eisenglanz, Schwarzgültigerz, Rothgültigerz, Silberglanz, gediegenes Gold und Silber (welches auch in seinen moos- und drahtförmigen Gestalten wohl aus-

gebildete Quarzkrystalle trägt), Erdpech, Naphtha und Wasser in beweglichen Tropfen [1]). Von dem merkwürdigen Vorkommen des Chlorit (Helminth) war schon S. 771 die Rede. Auch findet sich Bergkrystall im Bergkrystall (S. 858). Ebenso enthält der Amethyst Einschlüsse fremder Mineralien.

Da finden wir also Mineralien, wie Kalk-, Magnesit- und Bitterspath, Eisenglanz, Rutil u. s. w., welche mit grofser Leichtigkeit, wie die metallurgischen Processe zeigen, mit Quarz zusammenschmelzen; da finden wir feine Drähte von leichtflüssigem Silber, welche äufserst strengflüssige Quarzkrystalle tragen; da finden wir Mineralien, wie Stilbit, Chabasit, Talk u. s. w. Chlorit, welche wasserhaltig sind, ja wir stofsen sogar auf Substanzen, wie Erdpech, Naphtha, Wasser, welche zu den flüchtigsten und durch Hitze leicht zersetzbaren gehören, und doch sollten sie alle ruhig ausgehalten haben, als sie vom feuerflüssigen Quarz eingehüllt wurden?

So wie wir aus diesen Umhüllungen ersehen, dafs der später krystallisirte Quarz keine materiellen Veränderungen in den früher gebildeten Mineralien hervorgebracht hat: so sehen wir auch in den regelmäfsigen Verwachsungen der Quarzkrystalle mit anderen Mineralien, wie bei den auf Flufsspath sitzenden Quarzkrystallen, deren rhomboedrische Flächen vollkommen parallel mit den hexaedrischen jenes Minerals sind, und wie bei der Verwachsung des Quarz mit Kalkspath [2]), dafs der später krystallisirte Quarz auch nicht formell verändernd auf das vorhandene Mineral eingewirkt, sondern sich den Formen desselben angepafst hat.

Warum ist es gerade der Bergkrystall, welcher so verschiedenartige Einschlüsse enthält? — Keine Frage ist leichter zu beantworten, als diese. Die Kieselsäure ist diejenige mineralbildende Substanz, welche in keinem Wasser in und auf der Erde fehlt, und die, wenn sie sich einmal aus demselben abgeschieden hat, im hohen Grade schwerlöslich wird. Scheidet sich auch mit der Kiesel-

[1]) Blum Oryktognosie. III. Aufl. S. 215.

[2]) Breithaupt in dessen Handb. der Mineral. Bd. III. S. 673.

säure kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia aus eintrocknenden Gewässern ab: so werden diese dadurch nicht schwerlöslicher, und können daher von nicht eintrocknenden Gewässern leicht wieder fortgewaschen werden.

Kein farbiger Quarz, welcher in der Hitze seine Farbe verliert, kann auf feuerflüssigem Wege entstanden sein; also auch nicht die nelkenbraunen Bergkrystalle in den Edelsteinbrüchen im Granit bei *Mursinsk*, deren Farbe vor dem Löthrohre vollkommen verschwindet [1]), und nicht der Rosenquarz. Diesen und auch den Rauchtopas (S. 834) finden wir aber am häufigsten im Granit, seltener im Gneifs und Glimmerschiefer; mithin können die solchen gefärbten Quarz führenden Gebirgsarten nicht pyrogenetische Bildungen sein.

Es ist eine auf gar keine Analogie gegründete Annahme, dafs der Quarz im Granit und in anderen krystallinischen Gebirgsarten eine plutonische Bildung sei; denn in der Lava hat man noch nie einen Quarz gefunden, von dem man vermuthen könnte, er habe sich während der Abkühlung und Erstarrung ausgeschieden. Die Quarze, welche manchmal darin angetroffen werden, sind Rollsteine, welche die fliefsende Lava eingeknetet hat. Ihre meist mürbe Beschaffenheit zeigt die Einwirkung der Hitze im Widerspruche mit den nichts weniger als mürben Quarzen im Granit. Eben so wenig trifft man in Hohofenschlacken ausgeschiedenen Quarz an; nur wenn von ihm zu viel in der Beschickung war, kommt er in der Schlacke eingewickelt wieder hervor. Selbst Glas, in welchem doch die Kieselsäure bis auf 81 % steigt, theilt sich, wenn es in anhaltender Hitze krystallisirt, stets in zwei Silicate von bestimmten Mischungsverhältnissen, ohne reine Kieselsäure auszuscheiden [2]). Während langer Zeiträume bilden sich aber auch auf nassem Wege Krystalle (S. 300). Ob damit eine Ausscheidung von Kieselsäure verknüpft ist, ist aus Brewster's Mittheilung nicht zu ersehen.

[1]) G. Rose Reise nach dem *Ural* u. s. w. Bd. I. S. 442.

[2]) Schafhäutl im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1845. S. 861 und Breithaupt Paragenesis. S. 68 und 69.

Endlich ist zu bemerken, dafs die Mineralien im Granit nicht in der Folge gebildet worden sind, in welcher sie sich, je nach dem ungleichen Grade ihrer Schmelzbarkeit, hätten ausscheiden müssen, wenn dieses Gestein eine plutonische Bildung wäre, denn in diesem Falle hätte der äufserst strengflüssige Quarz zuerst erstarren müssen.

So weit ist dieser Gegenstand in der ersten Auflage besprochen worden. Seitdem ist die sehr interessante schon oben S. 828 erwähnte Abhandlung von H. Rose erschienen. Er kommt zu dem Schlusse, dafs der Feldspath und Glimmer zuerst aus dem Granit herauskrystallisirten, und dafs der Quarz nur die Zwischenräume zwischen diesen beiden und andern Gemengtheilen ausgefüllt habe.

Der Schmelzpunkt des Quarz liegt aber, sagt er, um 1000° höher, als der der andern Bestandtheile des Granit, und so liefse sich jene Thatsache bei einer feurigen Entstehung des Granit nicht erklären. Wie sollte sich auch neben dem basischen Silicat, dem Glimmer reine Kieselsäure haben ausscheiden können? Auf nassem Wege aber ist dies wohl denkbar, da auf diesem Wege Kieselsäure eine sehr schwache Säure ist.

Auch ist es bisher noch nicht geglückt, durch Schmelzen selbst gröfserer Mengen von Granit eine geschmolzene Masse hervorzubringen, in welcher durch langsames Erkalten krystallinische Massen sich ausgeschieden hätten. Vielmehr erhielt man, und so auch G. Rose bei einem angestellten Versuche, eine geschmolzene Masse von schwarzem Glase, in welchem weifse Stückchen von Kieselsäure eingemengt waren [1]). Diese kleinen Stückchen von Kieselsäure verhielten sich ganz wie die amorphe Modification und zeigten ein specif. Gewicht von 2,3.

Zuletzt stimmen noch die Lichterscheinungen, welche einige Mineralien, alle in einem ausgezeichneten Granite vorkommend, beim Glühen zeigen, gegen ein Entstehen

[1]) Schon vor langer Zeit habe ich ähnliche Schmelzversuche mit Granit und andern Gebirgsgesteinen in den höchsten Hitzgraden, nämlich im Sefström'schen Ofen, welcher mit heifser Luft geblasen wurde, vorgenommen, und in der geschmolzenen Masse des Granit ebenfalls Quarzpartikelchen erhalten.

auf feurigem Wege. Da sie nämlich oft schon bei nicht starkem Rothglühen die Lichterscheinung zeigen, und dabei in einen isomeren mehr indifferenten Zustand übergehen, so können sie nicht füglich anders als bei niedriger Temperatur und auf nassem Wege erzeugt worden sein; auch decrepitiren sie häufig aufserordentlich stark, wie wasserfreie Verbindungen, die sich aus wässerigen Flüssigkeiten ausgeschieden haben.

Zu allen diesen Beweisen für die Bildung des Quarz auf nassem Wege fügt H. Rose noch folgende hinzu:

Es ist gelungen, Kieselsäure im krystallisirten Zustande von der Form des Bergkrystall künstlich darzustellen, aber nur auf nassem Wege.

Daubrée erhielt Kieselsäure im krystallinischen Zustande, indem er Fluorkieselgas mit Wasserdämpfen gemengt, durch eine glühende Porcellanröhre streichen liefs. Deutliche Quarzkrystalle erhielt er aber, indem er Glas durch Wasser bei erhöhter Temperatur und Druck zersetzte: die kieselsaure Kalkerde des Glases bildete Tafelspath, die Alkalien hingegen und die Kieselsäure lösten sich auf, aber letztere krystallisirte aus der Lösung als Quarz und bildete Incrustationen, welche den in der Natur vorkommenden ähnlich waren. Die erhaltenen Quarzkrystalle waren oft von vollkommener Durchsichtigkeit und erreichten bisweilen die Länge von 2 Millimetern.

Es ist niemals gelungen, krystallisirte oder krystallinisch dichte Kieselsäure durch Schmelzung darzustellen. Ja im Gegentheil, wenn man durch eine hohe Temperatur den Quarz zum Schmelzen gebracht hat, so geht derselbe in die andere Modification von 2,2 über (vgl. oben S. 829).

Man könnte vielleicht annehmen, dafs die geschmolzene Kieselsäure durch sehr allmäliges Erkalten in den krystallisirten Zustand, wie sie sich im Granit findet, übergegangen sei, oder auch durch eine lange dauernde erhöhte Temperatur, bei welcher sie aber nicht zum Schmelzen kommen konnte, wie das Glas, dem die Kieselsäure insofern ähnlich ist, als es auch beim Schmelzen eine teigige Masse bildet. Es ist dies aber unwahrscheinlich. Wenn auch der Granit bei seinem Erstarren aus dem ge-

schmolzenen Zustande durch eine äufserst allmälige Abkühlung erkaltet sein sollte: so konnte dies doch bei den ungeheuren Massen der Gebirgsart nicht so gleichförmig geschehen, dafs nicht an einigen Stellen sie etwas rascher hätte erfolgen müssen. Aber nirgends findet man im Granit eine Kieselsäure von der Dichtigkeit 2,2.

Was die Veränderungen angeht, welche die Kieselsäure erleidet, wenn sie einer hohen Temperatur lange ausgesetzt wird, bei welcher sie zwar noch nicht schmilzt, welche aber der, bei welcher die Schmelzung eintritt, sehr nahe liegt, so geben darüber folgende von H. Rose angestellte Versuche Aufschlufs.

Es wurde ein vollkommen durchsichtiger Bergkrystall in einer Platinschale der höchsten Hitze eines Porcellanofens, welche ungefähr 2000° betrug, 18 Stunden lang ausgesetzt. Der Bergkrystall hatte sich fast nicht geändert, nur, dafs er an den Stellen, wo die Abkühlung etwas rascher stattfinden mufste, kleine Risse bekommen hatte, auch hatte sich das spec. Gewicht von 2,651 in 2,650 geändert.

Wurde aber ein Krystall von derselben Druse von demselben spec. Gewichte, dessen unterer Theil voll kleiner Risse und Sprünge war, derselben Hitze ausgesetzt: so blieb derselbe an seinem oberen Ende unverändert, war aber am untern Ende noch undurchsichtiger geworden und liefs sich theilweise mit den Fingern zu einem groben Pulver zerreiben, welches ein spec. Gewicht von 2,613 zeigte.

Es wurde jetzt aufs feinste gepulverter Bergkrystall wie vorhin behandelt. Derselbe sinterte in der Platinschale etwas zusammen und zeigte nachher eine Dichtigkeit von 2,394, welches sich bei abermaliger Behandlung bis auf 2,329 verringerte.

Feuerstein von schwärzlicher Farbe und von einer Dichtigkeit von 2,591 behielt in der hohen Hitze zwar seine Form, war aber vollständig weifs geworden und liefs sich mit gröfster Leichtigkeit im Mörser zu einem feinen Pulver zerreiben, welches die Dichtigkeit 2,237 besafs.

Es wirkt also ein und dieselbe hohe Temperatur auf dieselbe Materie in derselben Zeit verschieden ein, je

nachdem diese Materie aus einem einzigen unverletzten Krystalle, oder aus Pulver, oder aus einem Aggregat von kleinen Krystallen besteht.

Aber auch der Umstand ist bemerkenswerth, dafs durch eine hohe Temperatur, welche aber noch nicht das Schmelzen der Kieselsäure bewirken konnte, die krystallinische Kieselsäure, ohne auch nur eine anfangende Schmelzung zu erleiden, in die amorphe Modification übergehen kann.

Es kann also doch Quarz auch nicht aus einem teigartigen Zustande herauskrystallisirt sein.

Deville[1]) sagt: „ebenso wie wasserarme Hydrate aus wässrigen Lösungen: so können basische Silicate aus einer feurigflüssigen Masse, welche freie Kieselsäure enthält, krystallisiren.“ Dies ist ein übelgewähltes Beispiel; denn wie kann man überhaupt dazu kommen, Beispiele von Bildung aus wässrigen Flüssigkeiten zu wählen, wenn man Gründe für Bildung auf feuerflüssigem Wege aufsucht?

Bildung auf wässrigem und auf feuerflüssigem Wege sind reine Gegensätze. Findet man Beweise, dafs ein Mineral auf jenem Wege entstanden ist: so ist allerdings die Möglichkeit gegeben, dafs es auch auf diesem entstehen kann. So lange man aber keine Beweise für diese Bildungsart auffindet, steht eine Thatsache einer ungegründeten Hypothese gegenüber. So ist es beim Quarz, dessen Krystallisation auf nassem Wege, nicht aber auf feuerflüssigem bewiesen ist. Ein vorurtheilsfreier, aber rücksichtsvoller Naturforscher wird daher sagen: nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft kann die Krystallisation der Kieselsäure, mithin die Bildung des Granit nur auf nassem Wege vor sich gegangen sein. Dagegen wird Deville wohl nichts einzuwenden haben.

Wäre der Granit ursprünglich feuerflüssig gewesen: so würde die Kieselsäure, wie in den flüssigen Laven und Schlacken, so wie bei unsern künstlichen Schmelzprocessen in inniger Mischung mit den Basen gewesen sein; denn nur die Silicate, nicht die Kieselsäure, sind schmelzbar.

In krystallinischen Gesteinen tritt der Quarz genau

[1]) Jahresber. 1860. S. 799.

so auf wie an anderen Orten, wo seine wässrige Bildung unzweifelhaft ist. Die Bergkrystalle, welche andere Mineralien einschliefsen, sind jünger als diese. Der Quarz in Drusenräumen und Gängen ist jünger als das Nebengestein. Häufig finden wir zerbrochene Krystalle und sogar Geschiebe mit Quarz zusammengekittet. Dafs in letztere erst nach ihrem Transporte die Kieselsäure eingedrungen ist, zeigt sich, wenn die Bruchstücke etwas gegen einander verschoben sind [1]). Wo in Gesteinen leere Räume entstanden sind, sind sie fast immer mit Quarz erfüllt. Solche Räume bilden sich aber immer noch in Folge der beständig fortdaurenden Zersetzungen und Fortführungen vorhandener Stoffe. Es zeigt sich daher die gröfste Analogie mit Granit, Syenit u. s. w., wo gleichfalls der Quarz die von den anderen Mineralien übrig gelassenen Räume ausfüllt.

So erscheint denn aller Quarz auf unserer Erde als ein Zersetzungsproduct von Silicaten auf nassem Wege.

Den Bemühungen von Henry Clifton Sorby [2]) und von Ferdinand Zirkel [3]) verdanken wir sehr interessante Untersuchungen über die mikroskopische Structur des Quarz in den granitischen Gesteinen. Letzterer hatte die Güte die Hauptresultate derselben im Nachstehenden zusammenzustellen.

In den Graniten zeigt der Quarz, der Angelpunkt jeglicher Theorie über die Entstehungsweise dieser Gesteine, unter dem Mikroskop ein eigenthümliches Aussehen. Dafs Quarzkystalle, ebenso wie Topase und Flufsspathe Höhlungen umschliefsen, welche Flüssigkeiten enthalten, war längst bekannt; aber man war früher stets der Ansicht, dafs diese nur in ausgebildeten Krystallen und darin nur selten und zufällig vorkommen. Erst Sorby wies nach, dafs sie in den Quarzen der von ihm untersuchten

[1]) In einem Geschiebe von rothem quarzführendem Porphyr fand ich einen der grofsen Quarze zersprungen, und die Spalte mit frischer Quarzmasse ausgefüllt. Es mag sein, dafs diese Ausfüllung erst nach der Trennung vom Gesteine stattgefunden hat.

[2]) Quart. Journ. of the geol. soc. 1858. p. 453.

[3]) Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. XLVII. S. 226.

Granite *Cornwall's* in ungeheurer Anzahl und mikroskopischer Kleinheit vorhanden seien. Quarze in zahlreichen andern Graniten von verschiedenen Punkten der Erde lieferten Zirkel ganz dasselbe Ergebnifs, so dafs an der Richtigkeit jener Beobachtung kein Zweifel mehr obwalten kann. Diese mikroskopisch kleinen, eine Flüssigkeit enthaltenden Hohlräume, die sogenannten Wasserporen, sind ganz analog denjenigen, welche Sorby in den künstlich aus einer Lösung gebildeten Krystallen auffand: es sind Theile der Lösung, welche beim Wachsthum der Krystalle in deren Massen eingeschlossen wurden. Die ganze Masse des Quarz wimmelt unter dem Mikroskop von solchen kleinern und gröfsern Wasserporen; erstere meistens rundlich, letztere auf das verschiedenartigste geformt, liegen in sehr grofser Menge darin. Alle Poren, welche einigermafsen gröfser sind, zeigen ein ganz deutlich erkennbares Bläschen in ihrer Ausfüllung. Sorby fand, dafs die mikroskopischen Wasserporen, welche sich in den bei gewöhnlicher Temperatur entstehenden künstlichen Krystallen bilden, stets ganz mit der Flüssigkeit erfüllt sind und er erklärt die Gegenwart des leeren Raumes in den mikroskopischen Quarzwasserporen dadurch, dafs der Quarz in höherer Temperatur entstand, und beim Sinken derselben die in der Höhlung befindliche Flüssigkeit, welche früher hinreichte, dieselbe zu füllen, sich nothwendigerweise zusammenziehen mufste. Häufig bewegt sich beim Drehen des Schliffs das Bläschen hin und her, wie die Luftblase in einer Wasserwage. Indem das Maafs der Contraction der Flüssigkeit von der Höhe der Temperatur abhängt, von welcher die Abkühlung begann, mufs die relative Gröfse des leeren Raumes anzeigen, um wie viel die Temperatur, in welcher der Krystall gebildet wurde, diejenige übersteigt, in welcher er untersucht wird [1]).

Die Wasserporen liegen entweder einzeln unregelmäfsig durcheinander gestreut auf dem klaren Quarz wie Regentropfen auf einer Fensterscheibe erscheinend, oder in vielfach sich verzweigenden und wieder vereinigenden

[1]) Sorby berechnet auf diese Weise die Temperatur bei der Granitbildung auf 200—600° R.

Reihen und Streifen, zumal, wenn sie sehr klein sind, auch in dichten Haufen zusammengedrängt, welche dünnere Strahlen aussenden. Auf dem Durchschnittspunkte jener Porenstreifen stellen sich meist gröſsere Poren ein. Häufig gewahrt man bei dickern Schliffen, wie die Porenschichten unter irgend einem Winkel in die wasserklare Quarzmasse hineinsetzen. Nehmen die Poren eine besondere Lage ein: so wird oft das durchfallende Licht total reflectirt, und es erscheint eine schwarze opake Substanz.

Es dürfte im Allgemeinen feststehen, daſs im Quarz der grobkörnigen Granite die Wasserporen zahlreicher und gröſser sind als in dem feinkörnigen Granite. Aus der Entstehungsweise der Poren überhaupt und aus der von Sorby mit alkalischen Chlorüren und andern künstlichen Krystallen angestellten Untersuchungen scheint man den Schluſs ziehen zu können, daſs diejenigen Krystalle, welche weniger Poren enthalten, sich langsamer bildeten, rascher diejenigen, welche zahlreiche umschlieſsen. Im Ganzen hat es den Anschein, als ob im Mittelpunkt der Quarzkörner die Poren häufiger seien als nach den Rändern zu; dies steht mit den von Sorby an den Krystallen von Chlorkalium und Chlornatrium gemachten Beobachtungen im Zusammenhang, daſs der Absatz der Poren in der ersten Bildungszeit des Krystalls rasch vor sich geht und bei der fortschreitenden Vergröſserung desselben mehr und mehr sich verlangsamt; wie Kochsalzkrystalle im Innern durch die Menge der Poren weiſs und opak sind, an ihren Rändern klar und durchsichtig.

Auſser den Wasserporen beherbergen die Quarze aller untersuchten Granite noch Glas- und Steinporen. Die Glasporen, ganz analog denjenigen, welche Sorby in den aus feurigem Fluſs erstarrten Schlackenkrystallen auffand, denjenigen ferner, welche Zirkel in allen Feldspathen der Obsidiane und geflossenen Laven beobachtete, sind kleine aus Glas bestehende Antheile des geschmolzenen Gesteins, aus dem der Quarz ausgeschieden ward, und wurden von dem wachsenden Quarzkrystall in seine Masse eingeschlossen. Bei ihrer Entstehung waren die Glasporen auch Flüssigkeitshöhlungen wie die Wasserporen, nur angefüllt mit einem Fluidum, welches abweichend von

Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht flüssig blieb. Die Glasporen enthalten, wie die Wasserporen, häufig Bläschen und zwar sind diese in ihnen natürlicherweise unbeweglich; auch umschliefsen sie in den meisten Fällen mehrere Bläschen, während in jeder Wasserpore bis jetzt immer nur ein Bläschen aufgefunden wurde. Abgesehen von der Färbung, Unbeweglichkeit und der Anzahl der Bläschen unterscheiden sich die durchsichtigen oder stark durchscheinenden Glasporen durch die Beschaffenheit des Aufsenrandes von den Wasserporen; der Rand um das Bläschen rührt von der Refraction des durchfallenden Lichtes her und variirt nach dem Brechungsindex der Substanz; da die Brechung der Glasmasse eine beträchtlich gröfsere ist als die wässeriger Lösungen, so ist die dunkle Zone des Glasporenbläschens bedeutend weiter als die der Wasserporen und der lichte Centralpunkt der Bläschen in letztern fast doppelt so grofs als bei Glasporen. Bisweilen enthalten die Glasporen Krystalle, schmale undurchsichtige Nadeln von schwärzlicher Farbe, welche sich aus der langsam erkaltenden Glasmasse abgesetzt haben, in ganz derselben Weise wie sich aus der in den Wasserporen eingeschlossenen Flüssigkeit manchmal Krystalle ausscheiden. Die Krystalle in den Glasporen sitzen entweder am Rande derselben auf und erstrecken sich nach verschiedenen Richtungen in das Innere derselben, oder sie sind sternförmig um das Bläschen gruppirt.

In den granitischen Quarzen ist die Masse der Glasporen sehr vielfach ganz oder zum Theil krystallinisch geworden und bildet eine Steinpore. In den mit steiniger Materie angefüllten Poren, welche vielfach einen zackigen Rand besitzen, finden sich niemals Höhlungen, wie die Bläschen in den Wasser- und Glasporen, auch in denjenigen Poren, welche zum Theil aus Glas, zum Theil aus Stein bestehen, sind sie sehr selten.

In den granitischen Quarzen sind die Glas- und Steinporen verhältnifsmäfsig spärlich und treten gegen die unzähligen Wasserporen zurück. In den Quarzen der von Zirkel untersuchten Gneifse fanden sich keine Glasporen.

Nebenbei kommen in den Quarzen Gas- oder Dampfporen vor, kleine leere Poren, welche durch Gase gebil-

det wurden und sich durch einen besonders breiten Rand auszeichnen.

Dieselbe charakteristische Structur, welche unter dem Mikroskop der Quarz der Granite zeigt, ist auch dem der Porphyre und Trachyte eigen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Quarzkörner in den Gesteinen ergibt sich auch, dafs dieselben meistens keine einfachen Krystalle sind, sondern aus mehreren, im polarisirten Licht verschieden gefärbten Individuen bestehen, so dafs die Neigung zu unregelmäfsiger Zwillingsverwachsung, welche G. Rose am Bergkrystall auffand, welche Leydolt durch seine Aetzversuche bestätigte, sich auch an den winzigen Quarzkörnern der Granite, Porphyre und Trachyte geltend macht.

Da die Gemengtheile des Granit Flüssigkeiten mit einer Luftblase, die beim Erhitzen auf 28 ° R. verschwindet und bei der Abkühlung auf 23° R. unter Aufwallung wieder erscheint, einschliefsen: so schliefst Bryson [1]) auf eine nicht über diesen Temperaturen auf nassem Wege vor sich gegangene Bildung des Granit. Wie im Granit so fand Bryson auch in den hexagonalen Pyramiden des Quarz im Porphyr von *Dun Ulm* in *Arran* mit Flüssigkeit erfüllte Räume.

Quarz, Opal u. s. w. in Formen verschiedener Mineralien. Wir kennen nicht weniger als 34 Verdrängungspseudomorphosen des Quarz in Formen anderer Mineralien. Also auch unter diesen Umständen tritt der Quarz in zahlreichen Fällen als eine spätere Bildung als andere Mineralien auf. Der Umstand, dafs gerade die in Quellen, Flüssen und im Meere so allgemein verbreitete und so leicht nachweisbare Kieselsäure andere Mineralien am häufigsten verdrängt hat, ist gewifs nicht ein zufälliger; er ist geeignet, diejenigen Geologen zu bekehren, welche immer noch die hydrochemische Natur der pseudomorphischen Processe bezweifeln, oder doch wenigstens neben dieser allen Erscheinungen entsprechenden Ansicht eine entgegengesetzte adoptiren [2]).

[1]) Proc. of the royal soc. of Edinburgh. 1860—61. p. 456.

[2]) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. Bd. II. S. 10.

Zwischen Quarz und Kalkspath zeigt sich ein merkwürdiger Gegensatz. Kein Mineral verdrängt eine gröſsere Zahl anderer Mineralien als der Quarz, während kein anderes Mineral von einer gröſseren Zahl anderer Mineralien verdrängt wird als der Kalkspath. Beide sind die ganz gewöhnlichen Bestandtheile der Quell- und Fluſswasser und stets gegenseitige Begleiter in denselben. Wie häufig mag es aber sein, daſs in den durch Gesteine filtrirenden Gewässern die Kieselsäure eben im Begriffe steht, andere Mineralien zu verdrängen, während der sie begleitende kohlensaure Kalk so eben als eine verdrängte Substanz von den Gewässern aufgenommen wurde.

Quarz, Halbopal, Chalcedon, Hornstein, Karneol, Prasem und Eisenkiesel in Formen von Kalkspath. Alle diese Verdrängungspseudomorphosen haben eine unebene, theils drusige, theils nierenförmige Oberfläche. Sie sind meist hohl und drusig, manchmal aber ganz erfüllt oder nur wenig porös (Prasem). Bisweilen finden sich in ihnen noch Reste von Kalkspath mit zerfressener Oberfläche oder auch ein Kern der kieseligen Substanz. Kleszczynski[1]) beschreibt eine Pseudomorphose aus den Erzgängen von *Przibram*, in welcher der im Innern noch vorhandene Kalkspath mit einem vollkommenen Ueberzuge von Hornstein bedeckt ist. Die Hornsteinpseudomorphosen zeigen eine Streifung wie manche sehr fein gebänderte Achate. Bei den Eisenkieselpseudomorphosen liegen meist mehrere Rinden über einander, die für sich stets die Form des früheren Kalkspathindividuums darstellen. In einer Quarzpseudomorphose hatte die Kieselsäure nicht nur die Oberfläche überzogen, sondern war auch in die den Blätterdurchgängen des Krystall parallelen Spalten eingedrungen und hatte das Innere durch Quarzlamellen in Zellen von der Gestalt des Kalkspathrhomboeder getheilt. Sollten noch Beweise nöthig sein, daſs diese wie alle Pseudomorphosen auf nassem Wege von Statten gegangen sind: so würden die Quarzlamellen im Innern der Krystalle solche darbieten; denn was anders kann im Stande sein,

[1]) Jahrb. der k. k. Reichsanstalt. Bd. VI. S. 61.

zwischen die Blätterdurchgänge eines Krystalls einzudringen als Wasser? — Freiesleben fand wirklich deutliche Wasser- und Luftblasen in dünnen drusigen Schalen, aus welchen die stumpfen Rhomboeder der Quarzpseudomorphosen bisweilen bestehen.

So wie auch nur die erste unmefsbar dünne Wasserschicht zwischen die Blätterdurchgänge gedrungen ist: so erweitert sich der Zwischenraum durch die allmälige Auflösung des kohlensauren Kalk im eingedrungenen Wasser.

Die hohle Beschaffenheit der meisten Quarzpseudomorphosen in Formen von Kalkspath zeigt deutlich, wie die Gewässer von dem minder schwerlöslichen kohlensauren Kalk mehr aufgelöst und fortgeführt als von der aufgelösten schwerlöslicheren Kieselsäure abgesetzt haben. Sind diese Pseudomorphosen manchmal ganz ausgefüllt: so sind diese Quarzausfüllungen für Absätze zu halten, welche nach der Fortführung des kohlensauren Kalk stattgefunden hatten; denn so wie Gewässer in das Innere drangen und diesen fortführten: so konnten sie auch später eindringen und Kieselsäure absetzen. Enthielten die Gewässer amorphe und krystallinische Kieselsäure zugleich: so entstanden, wenn dieselben Kalkspath verdrängten, zusammengesetzte Pseudomorphosen. Von solcher Art scheinen die Pseudomorphosen von *Kupferberg*[1]) zu sein.

Es ist sehr beachtenswerth, dafs der kohlensaure Kalk von fast allen kieseligen Substanzen verdrängt wird. Die Möglichkeit ist daher nicht zu bezweifeln, dafs ganze Kalklager von der Kieselsäure verdrängt werden können. Manches räthselhafte Auftreten von Quarzlagern, denen eine Bildung unter dem Meere durch organische Thätigkeit nicht zuzuschreiben ist, würde dann seine Erklärung finden. Vielleicht dafs die Kieselkalksteine auf solche Weise entstanden sind. Ist aber der kohlensaure Kalk, wie meist im sedimentären Kalksteine, amorph: so kann eine solche Verdrängung auf mineralogischem Wege nicht erkannt werden. In der jüngeren Kobaltnickelformation

[1]) Haidinger in Poggendorff's Ann. Bd. LXV. S. 617.

ist, nach Breithaupt[1]), der Kalkspath oft durch Quarz verdrängt worden. Diese Verdrängung kann auch auf künstlichem Wege bewirkt werden (Kap. I. No. 62.)

Quarz und Chalcedon in Formen von Bitterspath. Diese Pseudomorphosen finden sich mit denen des Bitterspath nach Kalkspath verknüpft, so dafs ihre Spitzen aus Bitterspath, das Uebrige aus Quarz besteht.

An einer Spitze beobachtete Blum[2]) sogar unter der feinen Rinde von Bitterspath noch Ueberreste von Kalkspath. Es entstanden zuerst ganz hohle und nur aus sehr dünnen Rinden bestehende Umwandlungspseudomorphosen von Bitterspath in Formen von Kalkspath. Magnesiacarbonat haltende Gewässer verdrängten daher theilweise die kohlensaure Kalkerde und setzten dagegen kohlensaure Magnesia ab. Später waren es Kieselsäure haltende Gewässer, welche in die hohlen Pseudomorphosen drangen: ihre Kieselsäure krystallisirte und verdrängte nach aufsen hin meist die frühere Bitterspathrinde. Aber an den Spitzen der Krystalle, wo diese Rinde zu dick war, oder wo die Quarzsubstanz abnahm, widerstand sie, und so bestehen diese Pseudomorphosen meist aus Quarz und Bitterspath.

Dafs auch der nicht aus Kalkspath hervorgegangene Bitterspath von Kieselsäure verdrängt wird, zeigen die Pseudomorphosen von Quarz und Chalcedon in Formen von Bitterspath, wovon Blum[3]) mehrere Beispiele anführt. Die Wände im Innern der hohlen Pseudomorphosen von Quarz nach Bitterspath zeigen sich nur wenig rauh und eine Fortbildung des Quarz nach innen ist nicht wahrzunehmen. Dieser Umstand zeigt deutlich, dafs der Bitterspath als Fällungsmittel der Kieselsäure wirkte, und dafs daher, nachdem er fortgeführt worden, letztere nicht mehr aus den Gewässern abgeschieden wurde. Im Innern dieser Pseudomorphosen finden sich meist noch Bitterspathkerne, welche aber die Quarzrinde nicht berühren;

[1]) Paragenesis u. s. w. S. 219.

[2]) Erster Nachtrag. S. 134.

[3]) Die Pseudomorphosen S. 237 u. 247. Erster Nachtrag. S. 136.

zum Beweise, dafs sie gröfser waren, als sie jetzt sind, und dafs sie früher den ganzen Raum einnahmen.

Quarz und Hornstein in Formen von Eisenspath. Blum beschreibt mehrere solcher hohlen Pseudomorphosen, welche aus mehr oder weniger feinen dünnen Rinden aus Quarzindividuen bestehen. Hier und da ziehen sich feine parallel laufende Quarzlagen, den Spaltungsflächen des Eisenspath entsprechend, bis in die Mitte der Höhlung.

Die Hornsteinpseudomorphosen in Formen von Eisenspath sind hohl, drusig und auf Quarz aufgewachsen. Nur der krystallinische Quarz scheint Lamellen nach den Spaltungsflächen des ursprünglichen Eisenspath zu bilden.

Quarz verdrängt auch Zinkspath, Kieselzinkerz und kohlensaures Bleioxyd. So können denn, mit Ausnahme des kohlensauren Baryt, kohlensauren Strontian und kohlensauren Kupferoxyd, alle kohlensaure Erden und Metalloxyde des Mineralreichs durch Kieselsäure verdrängt werden. Aber auch diese hier ausgenommenen Carbonate sind gewifs gleichfalls einer Verdrängung fähig, und man wird auch wahrscheinlich noch Quarzpseudomorphosen nach ihnen finden, wenn man die Aufmerksamkeit darauf richtet.

Quarz in Formen von Gypsspath. Diese Pseudomorphosen (S. 187) sind entweder ganz erfüllt mit Quarzmasse oder hohl, die Wände sind im letztern Falle rauh oder mit weifsem nierenförmigem Chalcedon überzogen. Die Aufsenfläche ist rauh, uneben und matt.

Beachtet man die Leichtlöslichkeit des Gyps und und die Schwerlöslichkeit der Kieselsäure: so ist die Erklärung sehr schwierig, wie solche Pseudomorphosen ganz mit Kieselsäure erfüllt werden konnten. Angenommen, die Gewässer, welche den Gyps verdrängten, enthielten $^1/_{10000}$ Kieselsäure, die gröfste Menge, welche man bisher in kalten Quellen gefunden hat: so würde jedes Wasserpartikelchen, welches $^1/_{10000}$ Kieselsäure absetzte, dagegen $^1/_{460}$, mithin 22 mal so viel Gyps fortgeführt als Kieselsäure abgesetzt haben, sofern es sich ganz mit Gyps gesättigt hätte. Es mag aber sein, dafs später Gewässer in die durch Fortführung des Gyps entstandene hohle Räume

gedrungen waren und darin Kieselsäure abgesetzt hatten, denn vergessen wir nicht, dafs diese so sehr geneigt ist, leere Räume auszufüllen (S. 869).

Quarz und Chalcedon nach Barytspath (S. 226). Häufig und zum Theil in sehr grofsartigem Maafsstabe finden sich Quarzpseudomorphosen nach Barytspath. Aufsen sind sie rauh und drusig durch die Spitzen an einander gereihter sehr kleiner Quarzindividuen. Innen sind sie theils ganz mit Quarzmasse erfüllt, theils hohl, in welchem Falle sich der Quarz zu gröfseren Individuen ausgebildet hat. Die meisten Krystalle zeigen die eigenthümliche Erscheinung beim Durchbrechen, dafs feine Eisenoxydlagen, welche sich so häufig auf den Flächen der Barytkrystalle finden, die frühere Stärke derselben nachweisen. Diese Lagen oder Streifen finden sich auch im derben Quarz und deuten an, dafs derselbe nicht nur den Barytspath verdrängt, sondern auch die Räume zwischen den Krystallen zum Theil angefüllt hat.

Auch Albr. Müller[1]) gibt von einer Verdrängung des Barytspath durch körnigen Quarz und Bleiglanz vom *Teufelsgrund* im *Münsterthal* im *Breisgau* Nachricht. Er macht die richtige Bemerkung, dafs ganze Gangmassen auf dieselbe Weise verändert wurden.

Tamnau[2]) beschreibt eine solche Pseudomorphose vom *Grindel* bei *Butzbach* in *Hessen*, welche aus einem grauweifsen an einigen Stellen mit Brauneisenstein durchwachsenen und dadurch braun gefärbten Quarz besteht, der überaus deutlich die Flächen grofser Barytspathtafeln zeigt, welche hin und wieder mit sehr kleinen Brauneisensteinkugeln besetzt und theilweise mit einer ganz dünnen Schicht von Quarzkrystallen neuerer Bildung überzogen sind.

Die kieselsäurehaltigen Gewässer scheinen daher stets Eisenoxydulcarbonat enthalten zu haben, welche sich als Eisenoxydhydrat mit der Kieselsäure abgesetzt hatte. Nach Kleszczynski[3]) kommen solche Pseudomorphosen auch bei *Przibram* vor.

[1]) Jahrb. für Mineral. 1855. S. 411.

[2]) Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. VIII. Heft 3.

[3]) Jahresber. 1855. S. 978.

Blum [1]) fand in den Amethystkugeln der Mandelsteine von *Oberstein* solche Verdrängungspseudomorphosen, welches bemerkenswerth ist, weil man bis jetzt in denselben noch keinen Barytspath angetroffen hat.

Breithaupt [2]) bemerkt, dafs der Barytspath in der jüngeren Kobaltnickelformation ein wesentlicher Gemengtheil ist, aber oft fehlt, weil er durch Quarz verdrängt worden ist. In den *Schneeberger* Gängen hat man Längen von 1000 bis 2000 Fufs, in den Quarzpseudomorphosen nach Barytspath, aufgeschlossen. Findet sich noch Barytspath, so ist er jünger als Quarz. Nach F. Sandberger [3]) scheint ein mächtiger Gang von Quarz am *Grauen Stein* im *Frauensteiner Wald,* früher wo nicht ganz, doch gröfstentheils von Barytspath, welcher später durch Kieselsäure verdrängt wurde, ausgefüllt gewesen zu sein.

Der schwefelsaure Baryt ist viel schwerlöslicher als Kieselsäure; denn diese findet sich in jedem Quellwasser gelöst, jenen hat man aber entschieden noch in keinem gefunden. Eine Verdrängung des schwefelsauren Baryt durch Kieselsäure scheint demnach dem allgemeinen Gesetze (Bd. I. S. 178) zu widersprechen. Allein kaum ist zu vermuthen, dafs der schwefelsaure Baryt als solcher von den Gewässern fortgeführt wird (S. 212).

Nach Mohs findet sich an mehreren Orten Eisenkies im Quarzüberzuge der Pseudomorphosen nach Barytspath; nach Blum sind auch viele pseudomorphische Quarzkrystalle aus den Erzgängen von *Khonitz* in *Ungarn* mit höchst kleinen, in Brauneisenstein umgewandelten Eisenkiesen bedeckt und auf den Quarzpseudomorphosen im *Schapbachthale* in *Baden* befinden sich hier und da Kupferkieskrystalle. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dafs sich solche Schwefelmetalle auf Kosten des Barytspath, der durch organische Substanzen in den Gewässern zersetzt wurde, gebildet haben. Dafs der Barytspath, wie alle schwefelsauren Erden und Alkalien, durch organische Substanzen auch auf nassem Wege zersetzt wird, zeigt

[1]) Erster Nachtrag. S. 128.

[2]) Paragenesis. S. 218 und 222.

[3]) Jahrb. des Vereins für Naturkunde im Herzogth. *Nassau*. Heft VI. S. 10.

der Hepatit, ein mit bituminösen Stoffen gemengter schwefelsaurer Baryt, welcher beim Reiben oder Schlagen einen hepatischen Geruch entwickelt und auf Gängen vorkommt. Das durch diese Zersetzung entstandene Schwefelbaryum ist sehr leichtlöslich im Wasser; es ist daher eine nicht unwahrscheinliche Vermuthung, dafs der an sich so höchst schwerlösliche schwefelsaure Baryt durch Gewässer, welche organische Substanzen enthielten, in Schwefelbaryum zersetzt und so leicht von den Gewässern fortgeführt wurde, während Kieselsäure aus denselben Gewässern an seine Stelle trat. Dieses Schwefelbaryum konnte wiederum zur zur Bildung von Schwefelmetallen verwendet werden.

Chalcedon kommt nach Amar[1]) in Pseudomorphosen nach Barytspath bei *Valecas* in *Spanien* in Drusenräumen des Meerschaum vor.

Amorpher Quarz nach Coelestin. Solche Pseudomorphosen von *Girgenti* in *Sicilien* beschreiben R. Blum und L. Carius[2]). Sie sind weifs, im Innern mehr oder weniger hohl und mit Schwefel erfüllt, einzelne sitzen auf einer dünnen Rinde von Gyps und Feldspath, während ein Theil der Stufe auch noch mit einer dünnen Rinde derselben weifsen Substanz überzogen ist, aus der die Pseudomorphosen selbst bestehen. Diese weifse Substanz besteht aus:

Kieselsäure	98,80
Schwefelsaurem Strontian	1,78

Diese Pseudomorphose ist ohne Zweifel als eine Umhüllungspseudomorphose zu betrachten.

Kieselsäurehaltige Gewässer hatten den schwefelsauren Strontian fortgeführt und amorphe Kieselsäure abgesetzt. Der Absatz von Schwefel kann nur von zersetztem Schwefelwasserstoff herrühren (Bd. I. S. 860).

Quarz nach Barytocalcit. Diese Verdrängungspseudomorphosen finden sich nach Zippe[3]) auf den Erzgängen zu *Mies* in *Böhmen*, obgleich vom Barytocalcit selbst nicht eine Spur dort vorkommt. Diese Krystalle sind hohl, im Innern zellig und aufsen rauh.

[1]) Die Pseudomorphosen u. s. w. S. 244.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. CIII. S. 628.

[3]) Die Pseudomorphosen. S. 236.

Quarz, Chalcedon und Hornstein in Formen von Flufsspath. Der Quarz findet sich an mehreren Orten in Formen von Flufsspath, am häufigsten in Octaedern und Würfeln, seltener in anderen Formen. Wie grofsartig der Procefs ist, wodurch Flufsspath vom Quarz verdrängt wird, haben wir schon Bd. I. S. 172 gesehen. Diese Pseudomorphosen sind zum Theil ganz erfüllt, zum Theil hohl, dabei nach innen eben oder drusig und mit kleinen Quarzkrystallen besetzt; manchmal enthalten sie auch noch Flufsspathreste im Innern. Papierdünne Ueberzüge von Quarz über Flufsspath, der ganz verschwunden ist, fand Blum auf den Barytspathgängen bei *Schriesheim*.

Fox[1]) beschreibt Pseudomorphosen aus einer Tiefe von ungefähr 160 Klafter auf einem Kupfererzgange im *Killas* in *Cornwall*. Er legt ihnen einen historischen Werth bei, indem sie wenigstens eine Folge von Veränderungen in dem Erzgange zeigen. Manche dieser octaedrischen Krystalle enthielten Wasser, welches keinen oder doch nur einen schwach salzigen Geschmack hatte und auf Lakmus nicht reagirte. Kochsalz, in andern Portionen schwefelsaures Eisenoxydul ($^1/_{10}$ vom Wasser), Kalk und Salzsäure wurden nachgewiesen. Dieses Wasser hatte einen sehr beifsenden Geschmack, und eine andere Portion zeigte einen Säureüberschufs. Manche dieser Pseudomorphosen waren theilweise oder ganz mit krystallinischem Quarz erfüllt, andere leer oder umschlossen mehr oder weniger zahlreiche Fragmente von zerstückeltem Flufsspath. Eine solche Höhlung enthielt an 100 solcher Fragmente, ohne viele sehr kleine Stückchen zu rechnen. Alle waren zerfressen und zeigten durch ihre abgerundeten Kanten und ihre ausgezackte Oberfläche die Wirkung eines Auflösungsmittels, welches leicht zwischen die Spaltungsflächen eindrang[2]). Aufser dem

[1]) Edinb. new philos. Journ. Oct. 1845 — Jan. 1846. p. 115 etc.

[2]) Wurden Alaunkrystalle eine Zeit lang in Wasser gelegt, so zeigten sich die Spaltungsflächen zuerst angegriffen, und Fragmente, ähnlich denen des zerstückelten Flufsspath, sonderten sich ab: ein directer Beweis von dem Eindringen der Gewässer zwischen die Spaltungsflächen.

zerstückelten Flufsspath fanden sich noch vollkommene Octaeder in denselben Stufen, welche aber im Quarz besser eingeschlossen und mehr geschützt waren. Die Quarzstücke mit den eingeschlossenen Krystallen bestanden aus parallelen Lagen von durchscheinendem und milchweifsem Quarz von verschiedener Dicke. Sehr bemerkenswerth ist, dafs sich später Flufsspathoctaeder auf dem Quarz bildeten, welche wieder mit Kieselsäure, amorph oder in kleinen Krystallen, überzogen wurden; darauf erschienen nochmals Flufsspathoctaeder. Diese Processe scheinen sich bei einigen Krystallen noch einmal wiederholt zu haben, worauf sich eine bisweilen dicke Quarzkruste mit kleinen Quarzkrystallen auf der Oberfläche absetzte. Einige Stücke bestanden aus einer oder mehreren Lagen von Quarz zwischen zwei oder mehreren Lagen von Flufsspath.

Fox verkannte nicht, dafs sich diese Erscheinungen nur aus der Gegenwart von Wasser und aus der Veränderung seiner Bestandtheile zu verschiedenen Perioden erklären lassen. Um aber seine Circulation zu begreifen, nimmt er zu verschiedenen Ursachen, zum theilweisen Oeffnen und Verschliefsen der Spalten, zum Aufsteigen von warmen und zum Niedergehen von kalten Wasserströmen, zum hydrostatischen Drucke von Seewasser u. s. w. Zuflucht. Wir haben nicht nöthig, diese Annahme zu widerlegen: aus den niedergehenden Tagewassern, aus dem Eindringen derselben zwischen die Spaltungsflächen, aus dem gegenseitigen Austausche von Substanzen lassen sich, wie wir schon so oft gezeigt haben, alle pseudomorphischen Processe erklären. Gewässer, welche in den oberen Teufen des Ganges Flufsspath verdrängten und dagegen Quarz absetzten, schieden den aufgelösten Flufsspath in tiefern Punkten wieder ab. Ein solcher Wechsel konnte sich sehr oft wiederholen. Die von Fox in den eingeschlossenen Wasserportionen aufgefundenen Substanzen haben die pseudomorphischen Processe nicht veranlafst, sondern diejenigen (Kieselsäure und Fluorcalcium), welche er in den geringen Mengen Wassers nicht auffinden konnte. Aber jene Substanzen, namentlich das schwefelsaure Eisenoxydul, erklären die Gegenwart des

Eisenoxyd und des Eisen- und Kupferkies an den Wänden der mit Wasser angefüllten Höhlungen im Flufsspath. Ein pseudomorpher Quarzkrystall war mit Fragmenten von Flufsspath erfüllt, die gemengt waren mit Stückchen von Eisenspath und erdigem kohlensaurem Eisenoxydul. Auch eine hohle Pseudomorphose von Quarz in Formen von Eisenspath fand sich.

Gümbel[1]) beschreibt Quarzpseudomorphosen in Flufsspathgängen im Granit bei *Bech.* Sie bilden grofse Stücke von Quarz, dessen Massen sich krustenförmig über würfelige Hohlräume ausbreiten. Diese würfelförmigen Hohlräume rühren von verschwundenem Flufsspath her, wie ein noch erhaltenes Stückchen des letzteren direct beweifst, welches beim Zerschlagen eines gröfseren Quarzblocks zum Vorschein kam.

Auch Chalcedon findet man in Pseudomorphosen, namentlich nach der Würfelform des Flufsspath. Theils sind die Krystalle ganz erfüllt, theils auch hohl [2]).

Da das spec. Gewicht des Flufsspath 3,14, das des Chalcedon 2,55 ist: so brauchte die Menge der Kieselsäure nur 0,8 von der des verdrängten Flufsspath zu betragen, um den Raum des letzteren ganz zu erfüllen. Nach Wilson lösen 26923 Th. Wasser 1 Th. Flufsspath auf; diese Menge Wassers brauchte daher nur 0,8 Th. Kieselsäure zu enthalten und der Raum des aufgelösten Flufsspath würde durch Kieselsäure ganz erfüllt. Die oben (S. 841) angeführte süfse Quelle enthält aber sehr nahe so viel Kieselsäure.

Kleine, hohle, regelmäfsige Würfel und hohle Rhomboidaldodecaeder von Hornstein von zartdrusiger Oberfläche, welche, nach Freiesleben, im *Schneeberger* Revier vorkommen, sind offenbar Umhüllungspseudomorphosen nach Flufsspath [3]). Ich besitze selbst solche Pseudomorphosen.

G. Rose [4]) beschreibt den sogenannten Babylonquarz

[1]) Sitzungsber. der math. phys. Classe der *Münchener* Academie. 14. März 1863. S. 306.

[2]) Blum a. a. O. S. 244.

[3]) Ebend. S. 249.

[4]) Poggendorff's Ann. Bd. C. S. 142.

von *Beeralston* in *Devonshire*, welcher aus parallelem, terrassenförmigem, abnehmenden Quarzaggregate besteht. Es scheint also eine abwechselnde Bildung von Quarz und Flufsspath stattgefunden zu haben, welcher letztere aber aufgelöst und fortgeführt worden ist. Pseudomorphosen von Quarz nach Flufsspath kommen nach Credner [1]) zu *Bischofsrode* bei *Schleusingen* vor.

Unter allen Quarzpseudomorphosen treten die nach Kalkspath, Barytspath und Flufsspath im grofsartigsten Maafsstabe auf. Man darf nicht etwa, sagt Breithaupt [2]) von der kleinen Zahl der zum Theil seltenen Pseudomorphosen, welche in Sammlungen aufbewahrt werden, auf unbedeutende Vorgänge im Innern der Erde schliefsen. Es sind ganze Gangformationen, wie namentlich solche, welche jene Spathe führten, verschwunden; ihre ehemalige Existenz ist nur noch durch die Pseudomorphosen nachzuweisen.

Hornstein nach Glimmer. Auf den Erzgängen zu *Zinnwald* in *Böhmen* fanden sich nach Reuss [3]) solche Pseudomorphosen. Sie sind drusig, hohl und sitzen auf Quarz.

Die Quarzpseudomorphosen bestätigen das was oben über die Quarzbildung gesagt wurde. Die Quarzausscheidung durchläuft alle Bildungsperioden. Der Bildung des Feldspath folgte die allmälige Zerstörung desselben, und damit die Quarzausscheidung. Als sich nur eben die Grauwacke im Meere abgesetzt hatte, begann die allmälige Zersetzung ihres feldspathigen Gemengtheiles und die theilweise Ausscheidung seiner Kieselsäure. Diese Ausscheidung fuhr fort, als sich die Grauwacke nach und nach aus dem Meere erhob, und findet noch heute statt, wie der Kieselsäuregehalt in den aus der Grauwacke kommenden Quellen zeigt. Die ausgeschiedene Kieselsäure wurde theils durch die Gewässer fortgeführt, theils setzte sie sich in den entstandenen gröfseren und kleineren Spalten ab, und sie würde sich noch jetzt darin absetzen,

[1]) Jahrb. für Mineral. 1859. S. 799.

[2]) Paragenesis. S. 128 u. 202.

[3]) Die Pseudomorphosen. S. 253.

wenn etwa durch ein Erdbeben neue Spalten entständen. Was von der Grauwacke gilt, hat auch Bezug auf jedes Gestein, welches Feldspath oder feldspathartige Ueberbleibsel enthält.

Der Quarz verdrängt endlich noch Bleiglanz, Scheelit, Eisenglanz, Eisenkies (nach A. Müller ganz in denselben Formen wie die oben S. 878 beschriebenen Pseudomorphosen von Quarz nach Barytspath), Pyromorphit und der Chalcedon nach Zimmermann[1]) auch Mesolith. Quarz erscheint auch als ein Zersetzungsproduct oder als ein Verdrängungsmittel des Augit (Bd. III. Kap. Erze.)

Verdrängung organischer Substanzen durch Kieselsäure. Von der Silification der Baumstämme in der Steinkohlenformation war Bd. I. S. 819 die Rede; sie ist nichts anders als eine solche Verdrängung. Breislak[2]) führt an, dafs man einen Pfahl der durch Trajan erbauten Donaubrücke bei *Wien* ½ Zoll dick in Achat verwandelt fand, während das Innere leicht versteinert war. Baumstämme, wenige Fufs unter dem jetzigen Flufsbette der Elster bei *Gera* waren aussen bis 2 Zoll dick in Hornstein umgewandelt, während im Innern noch brauchbares Holz vorhanden war[3]). Auf der Insel *Unga* , an der Nordwestküste *Amerika's* trifft man nach Grewingk[4]) versteinerte Klötze und ganze Baumstämme an, davon einige noch deutlich die mit eisernen Beilen (also zur Zeit der Russen) behauenen Flächen erkennen lassen. Der Verkieselungsprocefs dauerte daher ungefähr hundert Jahre. Also noch in historischen Zeiten finden solche Umwandlungen und in Gewässern statt, welche gewifs viel weniger Kieselsäure als die S. 841 angeführte süfse Quelle enthalten.

Die ganze Wüste zwischen *Cairo* und *Suez,* in einer Länge von ungefähr 86 Meilen ist, nach Buist[5]) mit verkieselten Baumstämmen, zum Theil 40 bis 50 Fufs lang und 1 bis 2 Fufs dick, in allen Lagen und ohne bestimmte

[1]) Jahresber. 1860. S. 795.

[2]) Lehrbuch der Geologie. Bd. II. S. 491.

[3]) Breithaupt Handb. der Mineral. Bd. III. S. 681.

[4]) *Heidelberger* Jahrb. der Litt. 1851. No. 16. S. 235.

[5]) L'Institut. 1846. No. 634.

Richtung bedeckt. Er führt Gründe an, welche dafür sprechen, dafs diese Bäume an Ort und Stelle versteinert worden sind.

Die sehr geringe Menge Kohlenstoff im versteinerten Holz am *Lough Neagh* (Bd. I. S. 316), im Holzopal I. (S. 836) und das gänzliche Fehlen desselben im faserigen Holzopal II. zeigt, dafs die Verdrängung der Holzsubstanz bis zum Verschwinden fortschreiten kann.

Leop. v. Buch [1]) kam durch seine Untersuchungen zu dem Resultate, dafs bei der Silification der Muschelschalen niemals der kohlensaure Kalk unmittelbar angegriffen, sondern dafs nur die organische Substanz durch Kieselsäure verdrängt werde. Alex. Petzholdt [2]) suchte auf den Grund sorgfältiger Untersuchungen zu beweisen: 1) dafs die Silification von der Oberfläche ausgehe, 2) dafs jedesmal die Kalkschale selbst angegriffen werde, 3) dafs die Bildung kieseliger Wärzchen und Ringe, welche von Buch angibt, mit der Silification nicht nothwendig verbunden sei, und dafs 4) kein Grund vorliege, die Gegenwart einer organischen Substanz als Bedingung der Silification anzunehmen.

Als er einen silificirten Belemnit durchschlug, fand er, dafs die Gewässer erst an seiner Oberfläche silificirten, dann in die feine Röhre in der Längenachse und sogar in die zarten Zwischenräume zwischen die Kalkfasern eindrangen, und so eine kieselige Verbindung zwischen aufsen und innen bewirkten. Eine verkieselte Austerschale zeigte dieselben Verhältnisse und ein Stück aus ihrer Mitte bestand aus 51,78 % Kieselsäure und 47,81 % kohlensauren Kalk nebst Spuren von Eisenoxyd. Da der Raum, den die abgesetzte Kieselsäure fordert, viel gröfser als der der feinen Haarspalten zwischen den Kalkfasern ist: so mufs kohlensaurer Kalk fortgeführt worden sein. Mehrere kleine Muschelschalen bestanden aus 97,49 % Kieselsäure und 2,05 % Thonerde, Eisenoxyd und Spuren von kohlensaurem Kalk; die Silification war daher vollendet, ohne dafs sich aber Wärzchen oder Ringe zeigten. Indefs die bei weitem gröfsere Zahl dieser Schalen lassen

[1]) Ueber die Silification organischer Substanzen u. s. w. Berl. 1831.

[2]) Silification organischer Körper. Halle 1853.

sie allerdings wahrnehmen. Endlich steht auch die geringe Menge der organischen Substanzen in der Schale (in den jetzt lebenden Austern beträgt sie nur 0,5 %) in solchem Mifsverhältnisse zu der Menge der abgesetzten Kieselsäure, nach vollendeter Silification, dafs von ihr kein merklicher Einflufs gedacht werden kann.

Das Eindringen der Kieselsäure in die zarten Zwischenräume der Kalkfasern, so wie alle Erscheinungen, welche die verkieselten Muschelschalen zeigen, stimmt so sehr mit den Verdrängungen des Kalkspath durch kieselige Substanzen, und mit dem Eindringen der Kieselsäure zwischen die Blätterdurchgänge (S. 881) überein, dafs es gewifs hier wie dort derselbe Procefs war, welcher die Veränderung bewirkt hat. Darin zeigt sich jedoch ein Unterschied zwischen der Verdrängung der kohlensauren Kalkerde in den Muschelschalen und der im Kalkspath, dafs diese meist hohl, jene dagegen nicht hohl sind; in den Muschelschalen wurde daher der Raum des verdrängten kohlensauren Kalk ganz, im Kalkspath dagegen nur theilweise mit Kieselsäure erfüllt. Man könnte diesen Unterschied der bekannten Neigung der Kieselsäure, sich mit organischen Substanzen zu verbinden, zuschreiben, wenn nur nicht die Menge derselben in den Muschelschalen so sehr gering wäre. Die Ermittelung der wahren Ursache dieses Unterschiedes mufs weitern Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Im Kreidemergel bei *Hamm* in *Westphalen* finden sich weifse, kreideartige Massen, welche meist mit Säuren stark brausen, aber sich nur selten darin ganz auflösen. Aehnliche Massen überziehen auch die dort zahlreich vorkommenden Feuersteine. In mehreren äufserlich verschiedenen Stücken dieser Massen, theils ohne, theils mit Feuersteinkernen vorkommend, fand W. von der Marck[1]) nachstehende Verhältnisse der in Salzsäure löslichen (A), und unlöslichen Bestandtheile (B).

										Kreide.
A.	7,4;	9,5;	10,2;	26,3;	48,0;	55,0;	58,8;	66,4;	67,5;	98,5 %
B.	92,6;	90,5;	89,8;	73,7;	52,0;	45,0;	41,2;	33,6;	32,5;	1,5 %

[1]) Verhandlungen des naturhist. Vereins der preufs. Rheinlande und Westphalens. Jahrg. X. (1853) S. 385 ff.

Die Salzsäure hatte in fast allen Exemplaren nur kohlensaure Kalkerde aufgelöst und Kieselsäure zurückgelassen.

Damit verknüpfte von der Marck die folgenden Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Kieselsäure . .	97,01	88,63	86,9	97,11	96,65	95,13	90,03
Eisenoxyd . .	0,76 a)	0,74	0,7 a)	0,83 a)	0,78 a)	Spur	Spur
Kohlens. Kalk .	—	8,26 b)	9,1	0,85	0,64	—	2,43
» Magnesia	—	0,18	—	0,06	0,20	—	2,80
Kalkerde . . .	0,66	0,90	—	—	—	0,78	—
Magnesia . . .	—	—	—	—	—	0,15	—
Alkalien . . .	0,50 c)	0,12 c)	—	0,16	0,43	0,08	0,17
Wasser . . .	1,16 d)	1,08	3,3	1,12 d)	1,40 d)	4,00 d)	4,00 d)
	100,09	99,91	100,0	100,13	100,10	100,14	99,43

a) und Thonerde; b) und 0,09 % phosphorsaurer Kalk; c) Kali; d) und organische Substanzen.

I. und II. Feuerstein von demselben Vorkommen; I. innerer schwarzer fester Kern; II. weiche weiſse abfärbende Rinde.

III. Schwimmstein, nach Graf Schaffgotsch [1]).

IV. und V. Feuerstein aus einem Acker; IV. Kern; V. weiſsgelbliche harte Rinde.

VI. und VII. Feuerstein aus dem pariser Becken; VI. Kern; VII. Rinde (Schwimmstein).

Die Rinde II kann nicht aus dem Feuerstein I durch Verdrängung der Kalkerde mittelst Kali hervorgegangen sein, wie dies bei dem von Berzelius untersuchten Feuersteinmesser (Bd. I. S. 44) der Fall war; denn II enthält mehr Kalk und weniger Kali als I. Noch viel weniger ist anzunehmen, daſs die obigen kreideartigen Massen (Schwimmsteine), in denen der kohlensaure Kalk bis 67,5 % steigt, zersetzte Feuersteine seien.

Dieselben Organismen, die wesentlich zur Bildung der Kreide beigetragen haben, finden sich auch in den Feuersteinen. Die mit zahllosen feinen Poren versehenen Korallen konnten in der lockeren Kreide leicht in kieselige Versteinerungen umgewandelt werden, obgleich das

1) Poggendorff's Ann. Bd. LXVIII. S. 150.

Brausen solcher Stellen mit Säuren andeutet, dafs noch ein Rest ihres Kalkgehäuses zurückgeblieben ist, wodurch die Annahme unterstützt wird, dafs der Kalk in den Feuersteinen an Kohlensäure gebunden ist. Die festeren Schalen der Bivalven etc. hingegen verhinderten das Eindringen der kieselsäurehaltigen Gewässer, und widerstanden daher der Silification. Noch jetzt finden wir diese Schale in der Feuersteinmasse, während der kohlensaure Kalk im Innern der Muscheln und Seeigel durch Kieselsäure verdrängt ist. In vielen Fällen wurde die Kalkschale gar nicht verkieselt, sondern durch Gewässer fortgeführt, wodurch Steinkerne von Feuerstein ohne Schale entstanden sind.

Von der Marck schliefst aus seinen schätzenswerthen Untersuchungen, dafs die Feuersteine in dem westphälischen Kreidemergel durch Verdrängung der kohlensauren Kalkerde, der Kreide und der Kalkgehäuse der Organismen mittelst Kieselsäure entstanden, und dafs die kreideartigen Massen (Schwimmsteine) Kreide sind, in welcher die Verdrängung der kohlensauren Kalkerde durch Kieselsäure noch mehr oder weniger unvollendet ist.

Diese Schlüsse, mit denen wir vollkommen übereinstimmen, sind auch in Uebereinstimmung mit dem oben (S. 846) angeführten Vorkommen von Kalkspath im Feuerstein.

Der Feuerstein IV mit seiner Rinde V gehört dagegen in die Kategorie des von Berzelius untersuchten Feuersteinmessers. Von der Marck analysirte noch zwei durch Verwitterung entstandene Rinden von Feuersteinen und fand, dafs nach seinen drei Analysen der Alkaligehalt in den verwitterten Feuersteinen zwischen 0,07 und 0,43, in den unverwitterten zwischen 0,16 und 0,5 % fällt. Er schliefst hieraus, dafs bei der Verwitterung des Feuerstein etwas Kieselsäure und die färbende organische Substanz fortgeführt und dagegen Wasser und vielleicht auch Alkali aufgenommen werden [1]). Der Schwimmstein VII scheint dagegen kein verwitterter Feuerstein zu sein.

[1]) Diese Verwitterung ist der der Opale (S. 839) in so weit ähnlich, als auch hier die Kieselsäure abnimmt und das Wasser zunimmt. Vielleicht dafs auch bei den Opalen durch Fortführung der färbenden organischen Substanz die Entfärbung bewirkt wird.

An die vorstehenden Untersuchungen schliefsen sich die gleichzeitigen von Petzholdt[1]), welche im Dolomit ähnliche Verdrängungen von Carbonaten durch Kieselsäure wie in der Kreide nachweisen, an.

	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
Kieselsäure	98,83	81,13	2,31	4,73	4,09	97,55
Thonerde u. Eisenoxyd	1,17 a)	—	3,38	5,45	4,92	2,08 c)
Kohlens. Kalk . . .	—	11,01 b)	94,31	89,82	49,01	—
» Magnesia .	—	7,84			41,34	0,54
	100,00	99,98	100,00	100,00	99,36	100,17

a) und kohlensaurer Kalk; b) mit Spuren von Thonerde und Eisenoxyd; c) mit kohlensaurem Kalk und Spuren von Eisenoxyd.

VIII. und IX. Hornsteinknollen aus den Dolomitschichten der silurischen Formation von *Addafer* in *Lievland*; VIII. Kern; IX. Rinde.

X. Dolomit aus unmittelbarer Berührung mit dem Hornsteinknollen.

XI. Dolomit aus 4 Zoll Entfernung.

Dafs eine hinreichende Menge von Kieselsäure für die Bildung von Hornstein im Dolomit vorhanden ist, zeigen X und XI. Der geringere Gehalt in X als in XI deutet an, dafs die Kieselsäure aus den nächsten Umgebungen des Knollens extrahirt wurde. Die in X gegenwärtigen Carbonate lassen schliefsen, dafs hier die Verdrängung derselben durch Kieselsäure noch nicht vollendet war; denn wären die Hornsteinknollen Bildungen in leeren Räumen: so würden sie in ihrer ganzen Masse homogen sein.

Der Umstand, dafs die den Dolomit durchdringenden Gewässer die schwerlösliche und in geringen Mengen vorhandene Kieselsäure auflösen, und dagegen die leichtlöslicheren und in gröfseren Mengen vorhandenen Carbonate unaufgelöst lassen sollen, könnte hier, wie bei den ähnlichen Bildungen in der Kreide für die Erklärung schwierig erscheinen. Da indefs die freie Kohlensäure in den Gewässern schon bald nach ihrem Eindringen in den Dolomit oder in die Kreide zur Auflösung der Carbonate ganz

[1]) A. a. O. S. 20.

oder gröfstentheils verbraucht wird: so können sie beim tiefern Eindringen von letzteren nichts mehr, wohl aber Kieselsäure auflösen. Damit beladen sind sie aber im Stande, die Carbonate des Gesteins zu verdrängen. Etwas freie Kohlensäure müssen aber die Gewässer noch zurück behalten; denn sonst würden sie die verdrängten Carbonate nicht fortführen können. Man sieht hieraus, dafs mehrere Umstände zusammentreffen müssen, wenn sich Hornsteinknollen bilden sollen.

XII. Dolomit von demselben Vorkommen.

XIII. Eine weifse, poröse, leicht zerreibliche kieselige Substanz, welche sich in diesem Dolomit häufig findet. Da ihr eine scharfe oder regelmäfsige Begrenzung gegen den umgebenden Dolomit abgeht: so hält sie Petzholdt für ein Product der Silification desselben.

Die Vergleichung von VIII und XIII mit I und IV zeigt eine sehr nahe Uebereinstimmung zwischen den Hornsteinen im Dolomit mit den Feuersteinen in der Kreide. So wie II ein noch in der Bildung begriffener Feuerstein ist, so ist auch IX ein noch in der Bildung begriffener Hornstein; nur dafs in ersterem die Verdrängung weiter als in letzterem fortgeschritten ist. Da VIII und XIII nahe gleiche Zusammensetzung haben und sich nur in der Aggregatform von einander unterscheiden: so ist für beide dieselbe Bildungsart vorauszusetzen. Ob XIII mit der Zeit erhärtet und dann in VIII übergeht, oder ob eine Verschiedenheit in den Umständen eine verschiedene Aggregatform in beiden Bildungen hervorruft, ist nicht zu entscheiden; jedoch möchte das erstere wahrscheinlicher als das letztere sein.

Ehrenberg[1]) fand, dafs die Infusorienlager bei *Kott* und *Geistingen* keine leeren Schalen enthalten, dafs vielmehr die kleinen unter sich verbindungslosen Kieselschalen mit kieseligen Substanzen sämmtlich erfüllt, und diese darin wie in den Mandelsteinen abgelagert sind.

Diesem zufolge hat man zwei verschiedene Processe, erstens die Bildung kieseliger Infusorienschalen durch organische Thätigkeit und zweitens die späteren

[1]) Sitzungsber. der Berliner Akad. der Wissensch. vom Mai 1846.

Absätze von Kieselsäure, welche in den leeren Räumen dieser Schalen, wie die in Drusenräumen und Spalten erfolgen, von einander zu unterscheiden. Diese Vorgänge sind sehr merkwürdig, weil sie die Umwandlung von Infusorienlagern in feste kieselige Gesteine zeigen.

In den vulkanischen Tuffen im *Brohlthale*, am *Laacher See* und am *Hochsimmer*, in dem schwarzen Rapillenlager zwischen diesem und dem *Forstberge* — beide erloschene Vulkane mit deutlichen Kratern und ausgedehnten Lavaströmen — fand Ehrenberg Infusorienschalen. Reiche Spuren des Organischen scheinen sich daher mit vulkanischen Thätigkeiten auf der Oberfläche zu finden. Nach seiner Ansicht waren die vulkanisch verarbeiteten Stoffe Tertiärbildungen und gehörten sämmtlich in die Zeit des Leuciscus papyraceus, in welcher sich ähnliche Ablagerungen, zum Theil verschont von vulkanischen Einwirkungen, im *Westerwalde*, im *Vogelsgebirge*, bei *Cassel* und *Bilin* gebildet haben. Alle diese Formen der Tertiärzeit sind hauptsächlich Süfswassergebilde mit sehr geringen, hier und da bei den Braunkohlenlagern hervortretenden, reinen Meerorganismen.

Es scheint uns, dafs drei Möglichkeiten der Bildungsweise der Infusorien in der Nähe erloschener Krater vorliegen. Entweder existirten sie vor dem Ausbruche eines Vulkans in sedimentären Schichten, durch welche der Ausbruch ging, und blieben ganz verschont von vulkanischen Einwirkungen, oder sie entstanden erst, nachdem die Tuffe oder die Rapilli ihre dermalige Stelle eingenommen hatten, sei es, dafs diese Masse unter eine Wasserbedeckung kamen, oder dafs sie von Gewässern durchdrungen wurden. Von der ersten Bildungsart dürften die vom *Hekla* 1846 mit der Asche ausgeworfenen kieselschaligen Infusorien und Phytolitharien sein, welche sämmtlich Süfswasserformen sind. Die zweite dieser Bildungsarten wird in der Umgegend des *Laacher See's* und im See selbst, so wie in den Maaren der *Eifel*, welche reich an verschiedenen Formen dieser Kieselschalenorganismen sind, stattgefunden haben. Was die dritte Bildungsart betrifft: so müssen wir etwas näher in die Sache eingehen.

Man sollte glauben, diese Entstehungsart könnte gar keinem Zweifel unterliegen, da Ehrenberg[1]) in einigen Fragmenten der Opale, im Dolerit von *Steinheim* und in den Serpentinen von *Kosemitz*, so wie im Porphyr von *Kaschau* runde Körper, denen im Feuersteine gleich, fand, die gröfste Masse aber im Innern homogen erschien, und da Stott Bowerbank[2]) mikroskopische Organismen auch in den Moosachaten von *Oberstein*, in den ägyptischen Achaten und in den indischen grünen Jaspissen gefunden haben will. Mit Ausnahme der ägyptischen Achate sollen alle von letzterem Naturforscher untersuchte Achate Beweise ihrer Abstammung von Spongien darbieten. In den ägyptischen Jaspissen fand Ehrenberg, nach gefälliger Mittheilung, Polythalamien; in ungefähr 200 dünn geschliffenen Achatblättchen, meist von *Oberstein*, sah er aber nie etwas Organisches. Auch Göppert[3]) konnte

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XXXVIII. S. 462.

[2]) Geol. Soc. Ann. of Magaz. of nat. hist. 1842. Bd. VIII. S. 460.

[3]) Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. XXIII. S. 73 ff. Diese Abhandlung beleuchtet den Gegenstand in historischer Beziehung sehr ausführlich und enthält schätzenswerthe Untersuchungen des Verfassers.

Mac Culloch (Transact. of the geol. society. Vol. II. 1814. p. 511) beschreibt pflanzenähnliche Einschlüsse in Chalcedonen und er zeigt sich vertraut mit den theils durch Eisenoxyd theils durch Chlorit hervorgebrachten falschen pflanzenähnlichen Einschlüssen. H. Rose glühte sehr stark eine Chalcedonplatte, worin sich eine einer Conferve täuschend ähnliche Zeichnung befand: die grüne Zeichnung war geblieben, aber braun geworden; sie rührte daher von Eisenoxyd her.

Gergens (Jahrb. für Mineral. 1858 S. 801) stellte Versuche an über die Bildung von Eisenoxydulsilicat durch gegenseitige Zersezzung von Natronsilicat und Eisenvitriol. Es zeigten sich confervenartige Bildungen, wie man sie in manchen Chalcedonen und Opalen findet.

Wenn auch eine solche Bildung von Eisenoxydulsilicat nur äufserst selten im Mineralreiche zu denken ist: so mögen wohl auch Eisenoxydsilicate, welche etwa aus Eisenoxydulbicarbonat entstehen, eben solche confervenartige Bildungen hervorrufen.

Nach Nöggerath (ebend. S. 819) sind die Röhrchen, welche sich in dem massiven Chalcedon finden, nichts anders als sehr feine Stalactiten von Chalcedon, um welche sich als spätere Bildung der massive Chalcedon in den Mandelräumen abgelagert hatte.

nichts dieser Art darin wahrnehmen. Dagegen beschreibt er einen Chalcedon mit einem eingeschlossenen, wunderbar erhaltenen Farrnkraut.

Wenn Opale auf Gängen und in Drusenräumen von Trachyt und in Klüften von Serpentin u. s. w. unzweifelhaft Infiltrationsproducte sind: so ist damit die Möglichkeit gegeben, dafs die Infusorien in solche Räume im Gesteine durch Gewässer geführt werden können. Auf den Grund zahlloser Untersuchungen hält aber Ehrenberg dies für eine völlig zu negirende Sache [1]).

Zersetzung des Quarz. Von einer Zersetzung eines Oxyd, wie die Kieselsäure, welches nicht höher oxydirt und nicht reducirt werden kann, kann nicht die Rede sein. Die Zersetzungen des Opal (S. 839) und des Feuerstein (S. 888) rühren, wie wir gesehen haben, theils von einer Aufnahme von Wasser und geringer Mengen Basen, theils von einem Austausche derselben, theils von einem geringen Verluste an Kieselsäure her. Quarzgeschiebe, welche den günstigsten Verwitterungsverhältnissen ausgesetzt sind, zeigen sich in der Regel ganz unverändert. Findet man sie gleichwohl bisweilen zerfallen oder so mürbe, dafs sie zwischen den Fingern zerbrochen werden können: so sieht man sie mit Adern von Eisenoxydhydrat durchzogen. Ein Gehalt an Eisenoxydulsilicat, welches durch Sauerstoff und Wasser zersetzt wird, bewirkt nur solche Verwitterung. Gleichfalls aber auch kohlensaures Eisenoxydul. So fand Volger [2]) in Bergkrystallen Eisenspath und Ankerit, welche in Brauneisenstein umgewandelt waren. Der zersetzte Eisenspath durchdrang den Quarz; denn nicht nur die Berührungsflächen zweier Individuen erschienen rothfarbig, sondern auch ein Theil des Quarz selbst war von Eisenoxydhydrat so durchdrungen, dafs er eine schöne bräunlichcitrongelbe Farbe angenommen hatte. Daher erscheint auch der Quarz

[1]) Sollte die in 1100 Fufs Teufe lebende Gallionella ferruginea nur durch die von Menschenhänden abgeteuften Schächte und nicht auch durch die von der Natur bewirkten Spalten hineingekommen sein? Bd. I. S. 617 (Note).

[2]) Studien. S. 165.

in fast allen Gangformationen theils und am häufigsten als ältestes Gebilde, theils als jüngstes, wenn in den Gängen Silicate (Feldspath, Granat, Augit, Hornblende u. s. w.) vorkommen, durch deren Zersetzung Quarz ausgeschieden wurde [1]) und theils als Verdrängungsmittel. In der edlen Quarzformation ist der in vorwaltenden Massen auftretende Quarz gewöhnlich mit dem Nebengestein fest verwachsen, und verzweigt sich nicht selten in dasselbe [2]): ein deutliches Kennzeichen seiner Abstammung.

Die grofse Zahl von Quarzpseudomorphosen nach anderen Mineralien zeugt ganz besonders für die fortwährende Quarzausscheidung. Die in Gängen vor sich gegangene Verdrängung grofser Massen von Kalkspath, Barytspath und Flufsspath läfst schliefsen, dafs einst eine Zeit kommen werde, wo diese Gangmassen in allen Gängen, welche in feldspathhaltigen Gesteinen aufsetzen, durch Quarz verdrängt worden sein werden. Nicht minder zeigen die mächtigen kieseligen Bildungen durch organische Thätigkeit eine ununterbrochene Quarzauscheidung.

Oben (S. 330) haben wir gesehen, wie Kieselsäure auch den Pflanzen oft in bedeutender Menge zugeführt wird, und wie also die durch die dünne Schicht der Dammerde dringenden Gewässer sie den darin enthaltenen Silicaten entnehmen.

Wächst auf einem Quadratmeter Wiesenfläche durchschnittlich 1 Pfd. Heu: so wird einer solchen Fläche $^1/_{50}$ Pfd. Kieselsäure jährlich entzogen. Enthält das Wasser, welches vom Gras aus dem Boden aufgenommen wird, so viel Kieselsäure, wie das oben (S. 841) angeführte Quellwasser: so müssen auf einem Quadratmeter jährlich 763 Pfund eines solchen Wassers in das Gras übergehen. Dies würde ungefähr $^2/_5$ von der Wassermenge sein, welche in einem Jahre aus der Atmosphäre niedergeht. Wir brauchen also keineswegs eigenthümliche Processe in der Dammerde anzunehmen, wodurch Kieselsäure

[1]) So in der Augit-Granat-Pyrit-Blende-Formation und in der Titanformation, in welcher Albit und Adular älter sind als der Quarz. Breithaupt Paragenesis. S. 134 und 137 ff.

[2]) Ebend. S. 148.

aufgelöst wird; die Menge, welche wir in süfsen Quellen finden, verglichen mit den aus der Atmosphäre niedergehenden Gewässern, reicht vollkommen für den Bedarf der Pflanzen hin. Setzt sich aber die Kieselsäure, statt im Heu oder Stroh, als ein Quarzlager ab: so wird ein solches Lager in 78705 Jahren eine Mächtigkeit von 1 Fufs erreichen. Nehmen wir lange Zeiträume zu Hülfe: so können wir uns die Bildung der mächtigsten Quarzlager auf diese Weise denken.

Quarzausscheidung ist demnach ein Procefs, der seit den frühesten Erdbildungsperioden ununterbrochen fort auf der Erdoberfläche von Statten gegangen ist, und noch, und selbst in der Dammerde von Statten geht. Nur daraus ist das Vorkommen des Quarz in seinen verschiedenen Formen und Modificationen im Mineralreiche zu erklären.

Zusatz zu S. 885.[1])

Quarz nach Fassait. Blum beschreibt eine Stufe, welche früher aus Fassait bestand, jetzt aber auf der unteren Seite, welche mit dem Gesteine in Verbindung war, ein Gemenge aus mehr oder weniger verändertem Fassait mit Quarz und Epidot und anderen Substanzen zeigt. Die obere Seite wird von lauter Krystallen begrenzt, welche zu einer Druse verbunden sind. Die Krystalle zeigen nur die Form des Fassait, von ihm selbst ist keine Spur mehr vorhanden; die ganze Fassaitsubstanz ist in sie umgewandelt.

Einige der zerbrochenen Krystalle lassen von Aufsen nach Innen einen Wechsel mehrerer ganz dünnen Lagen, von Quarz und Epidot wahrnehmen.

Hier liegt ein Beispiel vor, wo ein kieselsäurereiches Mineral in ein kieselsäureärmeres und Quarz zerfällt.

1) Während der Correctur dieses Bogens erhielt ich diese interessante Mittheilung von meinem Freunde Blum.

Kapitel XLII.

Magnet- und Titaneisen.

A. Magneteisen.

Magnetische Eigenschaften. Das Magneteisen gehört zu den wenigen Gesteinen, welche magnetisch sind, und es ist das Einzige, welches öfters polarisch ist. Es ertheilt diese Eigenschaften Gebirgsgesteinen, wenn es auch nur in geringen Quantitäten denselben beigemengt ist, und manchmal in so bedeutendem Grade, dafs solche Gesteine die Magnetnadel schon in beträchtlichen Entfernungen ablenken.

Am *Heideberg* bei *Celle* im *Fichtelgebirge* fand von Humboldt[1]) einen sehr reinen Serpentinfelsen, welcher eine so grofse magnetische Polarität besafs, dafs die Magnetnadel schon in einer Entfernung von 22 Fufs aus ihrer Richtung gebracht wurde. Die Gebirgskuppe zeigte am nördlichen Abhange blos Südpole, am südlichen blos Nordpole, gegen Osten und Westen aber oft blos Differenzpunkte. Jedes, auch das kleinste Bruchstück des Gesteins hatte zwei deutliche Pole und eine eigene magnetische Achse. Ungeachtet dieser ungeheuren Polarität wirkte das Gestein auf unmagnetisches Eisen gar nicht; gepülvert sollte aber jedes Stäubchen von einem künstlichen Magnet angezogen werden. Später berichtete von Humboldt, dafs auf dem *Heideberg* nicht nur polarischer Serpentin, sondern auch Hornblendeschiefer vorkommt, welcher gleiche magnetische Kraft zeigt; dafs aber sowohl von ersterem als von letzterem Stücke gefunden werden, welche wie von Charpentier bemerkt hatte, gänzlich unwirksam waren. Zwischen den mehr oder weniger wirksamen und den gänzlich unwirksamen konnte von Humboldt keine Verschiedenheit wahrnehmen; im

[1]) Neues Journ. der Physik von Gren. Bd. IV. S. 136.

Allgemeinen sollten die specifisch leichteren die wirksamsten sein. Er gab zwar zu, dafs einige Stücke Magneteisen eingesprengt enthielten; wurden diese aber gepülvert: so sollten nicht blos die Magneteisenkörner, sondern auch alle übrigen Stäubchen von einem schwachen Magnet angezogen werden. Aus einem stark polarischen gepülverten Stücke zog er mit dem Magnet 1,5 %, aus einem ganz unwirksamen fast 5 % Magneteisenstaub aus.

Diese so ungewöhnlichen Erscheinungen veranlafsten mich zur Anstellung eigener Untersuchungen [1]. Die bedeutende Ablenkung der Magnetnadel in der Nähe des *Heideberges* fand ich vollkommen bestätigt. Ein abgeschlagenes Stück Serpentin, welches die drei Dimensionen 3,2 und 1,5 Zoll hatte, äufserte schon in einer Entfernung von 6 Zoll merkliche Polarität. Wurde die Polarität jedes hervorragenden Eckes untersucht: so konnte man leicht eine Durchschnittsfläche auffinden, welche alle Nordpole von den Südpolen trennte. Andere Stücke Serpentin zeigten dasselbe Verhalten, manche von anderem Vorkommen im *Fichtelgebirge* waren aber nur an gewissen Stellen polarisch, an anderen zogen sie die beiden Pole der Magnetnadel an, wieder andere Stücke wirkten blos anziehend auf dieselbe.

Aus einem Stücke gepülverten Serpentin zog ich mit einem Magnet 10 % magnetisches Pulver aus. Diese Zahl kann man aber nicht für die Menge des darin enthaltenen Magneteisen annehmen; denn eine vollständige Sonderung kann nicht erreicht werden, indem dem magnetischen Pulver stets unmagnetische Theilchen anhängen, wenn das Mineral auch noch so fein gepülvert wird.

Zimmermann [2]) fand am Schlosse *Frankenstein* bei *Darmstadt* einen olivengrünen Serpentin, welcher viel Hornblende enthielt und so magnetisch war, dafs ein Stück von 3/4 Pfd. die Magnetnadel schon in 6 Fufs Entfernung (?) bestimmt anzog und abstiefs. Die magnetische

[1]) Ueber die magnetischen Eigenschaften einiger Gebirgsarten des *Fichtelgebirges* in Schweigger's Journ. 1816. Bd. XVIII. S. 297.

[2]) Gilbert's Ann. Bd. XXVIII. S. 483.

Polarität des Serpentin am See *Auschkul* ist, nach Kupffer[1]), an einer Stelle so stark, dafs die Magnetnadel umgekehrt wird.

Ein Stück Hornblendegestein vom *Heideberg*, von den drei Dimensionen 6,4 und 1,5 Zoll, zeigte an einer Seite die lebhafteste Südpolarität, an der entgegenstehenden, jenseits der indifferenten Scheidungslinie, wurden dagegen beide Pole der Magnetnadel gleich stark angezogen. Nachdem aber ein Zoll grofses Stück abgeschlagen worden war, zeigte sich der Nordpol an der Bruchfläche sehr deutlich. Das abgeschlagene Stück hatte an der Bruchfläche gleichfalls einen Nordpol, und an der entgegengesetzten Seite, welche vor dem Zerschlagen beide Pole der Magnetnadel anzog, einen Südpol. Aus einem gepülverten Stück Hornblendegestein wurden 13,6 % magnetisches Pulver mit dem Magnete ausgezogen, die wirkliche Menge des vorhanden gewesenen Magneteisen ist aber gleichfalls viel geringer.

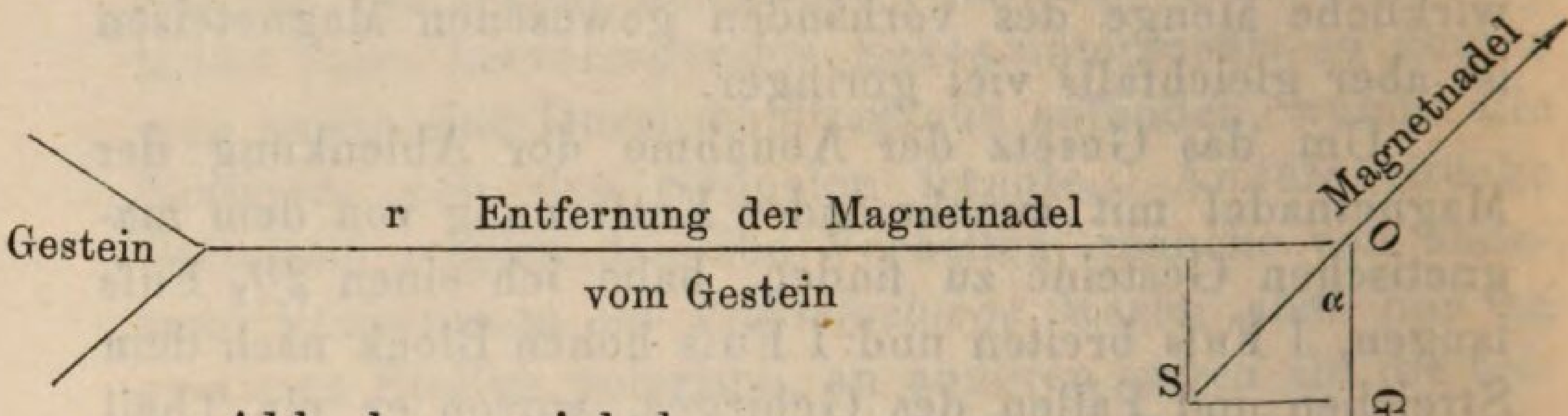
Um das Gesetz der Abnahme der Ablenkung der Magnetnadel mit zunehmender Entfernung von dem magnetischen Gesteine zu finden, habe ich einen $2\frac{1}{2}$ Fufs langen, 1 Fufs breiten und 1 Fufs hohen Block nach dem Streichen und Fallen des Gebirges, wovon er ein Theil war, auf den Fufsboden eines Zimmers gelegt, und diejenige Stelle ermittelt, wo die stärkste Nordpolarität des Gesteins die Magnetnadel 90^{0} von dem magnetischen Meridian ablenkte. Von diesem Nordpol zog ich eine Linie parallel mit dem magnetischen Aequator und mafs von Zoll zu Zoll mit der Boussole die Winkel, welche die Magnetnadel mit dem magnetischen Meridian machte. Dieser Winkel betrug z. B. 1 Zoll vom Gesteine $85^{0}\ 30'$, 24 Zoll von demselben $6^{0}\ 30'$. Es ergab sich, dafs die Quadratwurzeln aus den Tangenten der Complemente dieser Winkel sich verhalten, wie die Entfernungen der Magnetnadel der Boussole von dem oben angeführten Nordpol des Gesteins. Aus diesem Gesetze berechnet sich, dafs die Magnetnadel selbst in einer Entfernung von 5 Fufs von dem Blocke noch 1^{0} von ihrem Meridian abweichen

[1]) G. Rose Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 165.

wird, und dafs mithin grofse magnetische Gebirgsmassen in bedeutenderen Entfernungen die Magnetnadel afficiren können. Eine Wiederholung dieser Versuche mittelst eines künstlichen Magnets, welche mit gröfserer Schärfe vorgenommen werden konnten, weil hier keine Störungen wie beim Blocke durch benachbarte Pole eintreten konnten, bestätigte das Gesetz. Die Differenzen zwischen den Quadratwurzeln waren hier bei weitem constanter als dort.

Mein Freund Plücker zeigte durch die folgende Construction, dafs sich vorstehendes Gesetz mathematisch begründen läfst.

Auf den einfachsten Ausdruck zurückgeführt, heifst das Gesetz, dafs die Anziehung umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung abnimmt. Gegen diese Entfernung ist die Länge der Magnetnadel als verschwindend anzunehmen.



α Ablenkungswinkel.
M magnetische Kraft der Erde
m magnetische Anziehung des polarischen Gesteins in der Entfernung 1.

$\frac{m}{r^2}$ in der Entfernung r.

Die Bedingung des Gleichgewichts der Magnetnadel (wobei es hinreicht einen Pol zu betrachten) ist

$$\frac{m}{r^2} : M = SG : GO$$
$$= \text{tang}\,\alpha : 1$$
$$\frac{m}{r^2} = M\,\text{tang}\,\alpha$$
$$r = \sqrt{\frac{m}{M}} \cdot \sqrt{\frac{1}{\text{tang}\,\alpha}}.$$
$$\sqrt{\frac{m}{M}} = \text{constant.}$$

An mehreren Basaltbergen wurde magnetische Polarität beobachtet. So an dem Balsaltfels, auf welchem das *Dumbarton Castle* in *Schottland* erbaut ist [1]). Seine Polarität ist durch Anderson's Beobachtungen aufser Zweifel gesetzt. Schulze [2]) fand in der Nähe der *Nürburg* in der *Eifel* zwei 6 Fufs hohe und ungefähr 3 Fufs von einander abstehende Felsen, welche magnetische Polarität zeigten. Reufs [3]) beobachtete magnetische Polarität an zwei Basaltfelsen in der Herrschaft *Schröckenstein* im *Mittelgebirge Böhmen's*. Der eine dieser Felsen, die *hohe Wostrai*, zeigte diese Polarität so bedeutend, dafs sie die Magnetnadel am östlichen Fufse um 40°, an der Kuppe selbst um 90° gegen Westen ablenkte. Am westlichen Fufse fand das entgegengesetzte Verhalten statt.

Der Balsalt ist sehr feinkörnig und enthält sehr zahlreiche, äufserst kleine Augitkrystalle, vom Magneteisen aber keine wahrnehmbare Spur, ein Beweis, dafs da wo das mineralogische Auge das Magneteisen nicht mehr erkennt, es von der Magnetnadel noch stark angezogen wird. Zeune [4]) beschreibt die magnetischen Wirkungen dreier Basaltkegel im sächsischen *Erzgebirge*, den *Pöhlberg* bei *Annaberg*, den *Schleibenberger* und *Bärensteiner Hügel*. F. Reich [5]) wählte diesen *Pöhlberg* zu magnetischen Beobachtungen, da er als ein isolirter, sich steil über das umgebende Gneifsgebirge erhebender Basaltberg, sich besonders hierzu eignete. Er stellte rings um den Berg herum in Entfernungen von 200 bis 300 Schritten Schwingungsbeobachtungen mit der Boussole an 24 Punkten an, und bestimmte das magnetische Azimuth jeder Linie von beiden Endpunkten aus. Aus diesen Beobachtungen ergab sich, dafs eine magnetische Polarität dieses Basaltberges, welche auf die Richtung der Magnetnadel in einigermafsen beträchtlicher Entfernung einwirkt, nicht oder wenigstens nur in sehr geringem Grade vor-

[1]) Buchanan Hist. Scotiae. T. XX. Sect. 28.

[2]) Schweigger's Journ. Bd. LII. S. 221.

[3]) Ebend. Bd. LIII. S. 236.

[4]) Ueber Basaltpolarität. Berlin 1809.

[5]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXVII. S. 32.

handen ist. Die starke magnetische Polarität dieses Basalt ist auf einzelne unregelmäfsig vertheilte Punkte beschränkt; sie wechselt in geringen Entfernungen und äufsert schon 4 Fufs von der Oberfläche entfernt nur noch verhältnifsmäfsig geringe Wirkungen.

Zaddach[1]), welcher sehr genaue Untersuchungen, namentlich über die magnetische Polarität der oben genannten beiden Basaltfelsen in der Nähe der *Nürburg* angestellt hat, fand, dafs das im Basalt enthaltene Magneteisen die hauptsächlichste Quelle der polarischen Eigenschaft desselben ist und dafs die anderen Gemengtheile sich zwar in den meisten Fällen etwas, aber nur in einem sehr geringen Grade magnetisch zeigen. Zahlreiche Beobachtungen an den genannten und an vielen anderen Basalten, sowie auch an Trachyten lieferten das Resultat, dafs die Stärke der magnetischen Polarität mit ihrem specifischen Gewichte, mithin mit ihrem gröfseren oder geringeren Gehalte an Magneteisen oder Hornblende in keinem bestimmten Verhältnisse steht, und dafs die an der Aufsenfläche der Steine eingetretene Zersetzung und sogar eine theilweise Umwandlung des Magneteisen in Eisenoxydhydrat die magnetische Wirkung des Gesteins nicht schwächt. Häufig bemerkte er, dafs nur solche Felsstücke polarisch wirken, welche von vielen Spalten[2]) und Sprüngen durchzogen und an oder sehr nahe der Erdoberfläche der Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind, während sich unter der Oberfläche die polarische Eigenschaft sehr bald verliert und an Basalten, die tiefer unter der Erde liegen, gar nicht zeigt. In Beziehung auf diese paradoxen Erscheinungen verweist Zaddach auf ähnliche Verhältnisse, welche schon früher von anderen Beobachtern wahrgenommen worden sind. So berichtet J. G. Gmelin[3]) von einem Magnetberg zwischen *Catharinenburg* und *Tobolsk*, dafs die Seiten des dortigen Magneteisenstein, welche dem Tage aus-

[1]) Beobachtungen über die magnetische Polarität des Basalt und der trachytischen Gesteine. Bonn 1851.

[2]) Gilbert's Ann. Bd. XXVI. S. 263.

[3]) Reise durch *Sibirien* 1752. Bd. IV. S. 345.

gesetzt sind, die stärkste magnetische Kraft, diejenigen aber, welche in der Erde liegen, eine viel schwächere besitzen. Der Oberst Gibbs führt an, dafs das Eisenerz zu *Succasunny* oben, nicht aber an der Sohle, magnetisch sei, und erst magnetisch werde, wenn es eine Zeit lang dem Einflusse der Atmosphäre ausgesetzt war. Bekanntlich zeigt sich auch die magnetische Polarität bei verschiedenen reinen Magneteisensteinen in den mannichfaltigsten Abstufungen der Stärke, und in manchen zeigt sie sich ganz und gar nicht. Nach Zeune [1]) äufsert sich die magnetische Polarität in der gröfsten Höhe der aufrecht stehenden Basaltsäulen am *Pöhlberg* mehr als in in der Tiefe. Aehnliches beobachteten Zaddach und Förstemann an mehreren Basaltbergen in der *Eifel*.

Wenn, wie wir unten zeigen werden, alles in Gebirgsgesteinen vorkommende Magneteisen ein Zersetzungsproduct der darin enthaltenen Eisenoxydulsilicate ist: so ist klar, dafs mit fortschreitender Zersetzung dieser Gesteine immer mehr Magneteisen gebildet wird, mithin die magnetische Polarität zunimmt. Auf diese Weise erklärt sich ungezwungen, wie die zersetzend wirkenden Agentien Polarität hervorrufen können, und um so mehr, je mehr die Gesteine zerspaltet und zerklüftet sind. Zeigen sich aufser dem Magneteisen auch die anderen Gemengtheile des Basalt etwas magnetisch: so kann dies nur davon herrühren, dafs ihre Eisenoxyduloxydsilicate gleichfalls, aber in einem so geringen Grade der Zersetzung unterlegen sind, dafs das dadurch entstandene Magneteisen zwar durch die Magnetnadel, nicht aber durch das Auge nachgewiesen werden kann. Schreitet die Zersetzung des Basalt und anderer magnetischer Gesteine fort, und wird davon auch das früher gebildete Magneteisen ergriffen, indem dasselbe durch Oxydation seines Eisenoxydul in Eisenoxyd umgewandelt wird: so verschwindet der Magnetismus. Da jedoch Plücker [2]) Eisenglanzkrystalle von *Elba* sehr polarisch wirkend gefunden hat, und ebenso Zaddach fast alle, wel-

[1]) A. a. O.

[2]) Poggendorff's Ann. Bd. LXXVIII. S. 429.

che er zu untersuchen Gelegenheit hatte: so ist um so mehr zu vermuthen, dafs das aus Magneteisen hervorgegangene Eisenoxyd noch lange polarisch bleiben werde. Die geringsten nicht mehr durch die chemische Analyse nachzuweisenden Spuren von Eisenoxydul im Eisenglanz machen also letzteren noch magnetisch; man begreift daher Zaddach's Beobachtung, dafs sogar eine theilweise Umwandlung des Magneteisen in Eisenoxydhydrat die magnetische Wirkung des Gesteins nicht zu schwächen scheint.

Magnetische Eigenschaften des Granit entdeckten im Jahr 1785 von Trebra und Schröder[1]) an den sogenannten *Schnarchern*, zweien pyramidalen Granitfelsen auf dem *Harz*. Wächter[2]), welcher die magnetischen Pole bestimmte, fand noch einige andere ganz isolirte Granitfelsen, den *Ilsenstein* bei *Ilsenburg* und die *Hohneklippen* am *Harz*, welche gleichfalls magnetische Polarität zeigten. Bei allen diesen Felsen lag auf der östlichen Seite der Südpol, auf der westlichen der Nordpol; unwirksame Stellen zeigten sich jedoch in ungleich gröfserer Menge als wirksame. Wächter bemerkt, dafs der Granit des *Ilsenstein* nicht sehr fest und gelblich, mithin schon in Zersetzung begriffen ist. Weitere Beobachtungen hierüber wurden von Hausmann, v. Zach, Freiersleben, Lasius und Jordan angestellt. Letzterer[3]) zeigte entschieden, dafs Magneteisen die Ursache der magnetischen Polarität dieser Granite ist. Es findet sich darin hier und da in beträchtlicher Menge in kleinen, selten erbsengrofsen Körnern. Wo es häufig vorkommt, fehlt der überhaupt sehr sparsam vorhandene Glimmer oft ganz.[4]) Hausmann[5]) bemerkt, dafs die Stärke der Polarität der Granitfelsen mit der Festigkeit des Gesteins im Verhältnisse steht, indem sie sich um so wirksamer zeigt, je weniger es verwittert, und je weniger daher das

[1]) Gilbert's Ann. Bd. V. S. 376.

[2]) Ebend.

[3]) Ebend. Bd. XXVI. S. 256.

[4]) Man möchte vermuthen, dafs die Eisenoxyduloxydsilicate des Glimmer das Material zur Bildung des Magneteisen geliefert haben.

[5]) Gilbert's Ann. S. 270.

Magneteisen höher oxydirt ist. Alex. von Humboldt[1]) beschrieb einen rothen Thonporphyr, nördlich am Vulkan von *Pasto*, unweit *Quito*, welcher ebenso magnetisch war wie der Serpentin im *Fichtelgebirge* (S. 897). Er hatte sehr markirte Pole und zog Eisen nicht im mindesten an.

Bemerkenswerth ist, dafs ein Thonporphyr, dessen rothe Farbe das vorherrschende Eisenoxyd anzeigt, noch solche bedeutende magnetische Wirkungen zeigt.

Bouguer[2]) fand zwischen *La Plata* und *Honda* ähnliche magnetische Felsblöcke auf dem Boden zerstreut. In dieser Gegend waren die Abweichungen der Magnetnadel sehr verschieden: fünf bis sechs Schritte reichten hin, um diese Abweichungen bedeutend, manchmal um volle 30° sich verändern zu sehen.

Hermann Schlagintweit[3]) fand, dafs in den *Kossiah-Bergen* die Magnetnadel nach Westen abweicht, was mit den bedeutenden Massen des magneteisenhaltigen Gneifs und Granit im Innern zusammenhängen soll.

Galbraith[4]) fand das Gestein von *Arthur's Seat* magnetisch. Jameson[5]) fügt hinzu: „Unabhängig von den Localstörungen, die in den *Western Islands* die Nachbarschaft von Trapp hervorbringt, findet sich vorherrschend an den westlichen Küsten in der magnetischen Abweichung eine allgemeine Unregelmäfsigkeit, welche ohne Zweifel durch den vereinigten Einflufs mächtiger Züge von Trapp oder anderen Gesteinen hervorgebracht wird. Sie ist bemerklich genug auf der See, um wesentlich den Gebrauch des Compasses bei der Schifffahrt zwischen diesen Inseln zu beschränken u. s. w.“ Reich[6]) bemerkt, wie es zu wünschen wäre, dafs in Gegenden, wo man bedeutende Abweichungen von der regelmäfsigen Richtung bemerkt hatte, mehrere Beobachtungen an wenig entfernten Punkten angestellt worden wären, um

[1]) Gilbert's Ann. Bd. XVI. S. 461.

[2]) Fig. de la terre. Voy. au Perou. p. 83.

[3]) Dessen Bericht an den König von Preufsen im Auszuge in der Berliner Zeitschrift für Erdkunde.

[4]) Edinb. new philos. Journ. April — Octb. 1831. p. 287.

[5]) Ebend. S. 285.

[6]) A. a. O. S. 37.

zu untersuchen, ob diese Abweichungen nicht beschränkter Art waren. Dafür sprechen Sabine's Beobachtungen [1]) über die Inclination und Intensität an sehr verschiedenen Punkten von *Schottland*, aus denen sich in gröfsern Entfernungen durch ganze Gebirge wirkende Störungen durchaus nicht ergeben.

Auf der andern Seite führt Hansteen [2]) an, dafs gröfsere Bergrücken merkliche locale Wirkungen auf die mittlere Richtung der Magnetnadel äufsern. Durch eine grofse Reihe von Beobachtungen über die Abweichung und Neigung der Magnetnadel und über die magnetische Kraft, welche er auf einer Reise durch *Schweden* und besonders durch das gebirgige westliche *Norwegen* machte, hat sich dies ergeben. Diese Wirkung erstreckt sich jedoch kaum auf einige Meilen, und hat keinen Einflufs auf das Ganze der Vertheilung des Magnetismus der Erde. Er bemerkt [3]), dafs es in gebirgigen Ländern, wie an *Norwegen's* und *Schweden's* südwestlicher Küste sehr schwierig sei, die wahre horizontale Intensität des Magnetismus zu bestimmen, wenn man darunter diejenige versteht, welche einzig aus der Lage des Ortes gegen die Magnetaxen der Erde erfolgt, also vom örtlichen Magnetismus der Umgegend befreit ist. Solche Störungen werden in der ganzen Umgegend von *Christiania* bemerkt. Nach seinen Beobachtungen sowohl der horizontalen Intensität als der Inclination wird ein örtlicher Magnetismus (Gebirgsmagnetismus) durch eine gröfsere horizontale Intensität und eine geringere Inclination in der weiteren Umgegend von *Christiania* angezeigt.

Die Einwirkung der Küsten auf die Magnetnadel bemerkte schon Cook [4]) auf seiner dritten Reise im Jahre 1778 zwischen den *Südseeinseln* und im *Nootka-Sound*; ebenso La Peyrouse [5]) in der Nähe von *Teneriffa*. Four-

[1]) Report on the 6th meeting of the British assoc. for the advancement of science. Vol. V. p. 97.

[2]) Gilbert's Ann. Bd. LXXV. S. 189.

[3]) Poggendorff's Ann. Bd. III. S. 225 und 386.

[4]) Gilbert's Ann. Bd. XXXV. S. 237.

[5]) Ebend. Bd. XXXII. S. 81.

net[1]) schliefst theils aus mehreren Beobachtungen der Intensität des Magnetismus von Kreil in *Italien* und in den *Alpen*, sowie aus den Bestimmungen des magnetischen Erdpols durch die verschiedenen Südpolexpeditionen auf locale, jedoch weiter verbreitete Störungen, also auf Gebirgsmagnetismus. Ebenso zieht Forbes[2]) aus seinen Beobachtungen über die Intensität des Magnetismus in verschiedenen Gegenden *Europa's* den Schlufs, dafs Gebirgsketten Unregelmäfsigkeiten in dem Verlaufe der magnetischen Curven hervorbringen.

Vergleicht man die gewifs nicht zweifelhaften Wirkungen des Gebirgsmagnetismus auf so weite Entfernungen, wie sie in dem Vorhergehenden angegeben wurden, mit dem Resultate der Beobachtungen Reich's (S. 901): so kommt man zu dem Schlusse, dafs es Massen von Magneteisen sein müssen, womit die im Basalt des *Pöhlberg* gar nicht verglichen werden können, wodurch solche Wirkungen hervorgebracht werden.

Schweden und *Norwegen* gehören zu denjenigen Ländern, in denen Magneteisen vorzugsweise und in weit verbreiteten mächtigen Lagern und Stöcken vorkommt. Kein Wunder daher, dafs sich dort ihr Einflufs auf so beträchtlichen Entfernungen auf die Magnetnadel äufsert. Steht es fest, und uns erscheint es unzweifelhaft, dafs es nur das Magneteisen ist, sei es ausgeschieden in Lagern, oder mehr oder weniger zerstreut in Gebirgsgesteinen, welches magnetische Wirkungen in solchem Grade hervorbringt: so würden magnetische Beobachtungen, wenn sie mit solcher Sorgfalt angestellt würden, wie sie Reich angestellt hat, wohl geeignet sein, verborgene Magneteisenlagerstätten aufzufinden. Solche Beobachtungen könnten daher der Eisenindustrie einen grofsen Dienst leisten. Freilich wäre vorher zu erforschen, ob Gebirgsmassen, welche Magneteisen nur eingesprengt enthalten, aber in grofser Mächtigkeit über bedeutende Landstriche vertheilt sind, nicht eben so stark

[1]) Ann. de la societé d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles de Lyon. 1848.

[2]) Philos. Magaz. Bd. XI. S. 58, 366 und 370.

die Magnetnadel in bedeutenden Entfernungen ablenken, als es Magneteisenlager thun. Sabine's Beobachtungen sprechen nicht dafür.

Wie dem auch sei, die Magnetnadel zeigt auch da, wohin das mineralogische Auge nicht mehr reicht, die Gegenwart des Magneteisen, und bestätigt, dafs dieses Eisenerz eine sehr weite Verbreitung hat.

Melloni[1]) prüfte mittelst einer sehr empfindlichen astatischen Magnetnadel Lava und die meisten Felsarten und fand, dafs sie von ihr angezogen wurden. Nach Durocher[2]) zeigen nur Granite selten Magnetismus; aber unter 38 Musterstücken von Dioriten, Trappen, Basalten, Trachyten und Laven haben 34 auf die Magnetnadel gewirkt.

In Betreff der chemischen Eigenschaften des Magneteisen ist zu bemerken, dafs seine Löslichkeit im Wasser noch bestimmt werden kann. Aus dem Innern eines Krystalls von *Traversella* wurden Splitter genommen, fein zerrieben und geschlämmt. Nachdem eine grofse Menge destillirten Wassers 24 Stunden über dem Pulver gestanden hatte, wurde die filtrirte Flüssigkeit bei gelinder Wärme abgedampft, der geringe ocherfarbene Rückstand in Salzsäure aufgelöst und das Eisenoxyd durch Ammoniak gefällt. Das Gewicht desselben wurde auf Magneteisen reducirt. Es ergab sich, dafs sich gelöst hatte:

1 Th. Magneteisen in . . . 299506 Th. Wasser.
1 Th. ungelöstes Pulver
ebenso behandelt in . . . 279195[3]) „ „

Bemerkenswerth ist, dafs dieses feine Pulver, welches mehrere Tage mit Wasser in Berührung gestanden hatte, seinen Glanz und seine eisenschwarze Farbe noch bewahrte, während das gelöste Magneteisen sich beim Abdampfen oxydirte und als Eisenoxydhydrat ausschied. Also in einer die Siedhitze des Wassers noch nicht erreichenden Temperatur erfolgte diese Oxydation.

1) Jahresber. 1853. S. 253 und 864.

2) Jahrb. für Mineral. 1848. S. 209.

3) Sollte die leichtere Löslichkeit, welche die zweite Bestimmung gab, davon herrühren, dafs das Magneteisenpulver längere Zeit in Berührung mit Wasser war als das der ersten Bestimmung?

Das Magneteisen löst sich in Salzsäure vollständig auf. Wendet man weniger Säure an, als zu seiner völligen Auflösung erforderlich ist: so löset sich vorzugsweise Eisenoxydul auf, und es bleibt bräunliches Eisenoxyd zurück.

Vorkommen. Es findet sich theils als wesentlicher Gemengtheil krystallinischer Gesteine (Basalt, Dolerit) theils als zufälliger. So im Granit auf *Hitteröe* in *Norwegen* so häufig, dafs es fast zu den wesentlichen Gemengtheilen desselben gerechnet werden kann [1]), im Gneifs und im Glimmerschiefer. Sehr häufig im Serpentin, Talk- und Chloritschiefer, im Hornblendegestein, Gabbro, Hyperit, Schalstein und in vulkanischen Gesteinen (*Monte Somma*). Nicht selten findet es sich im Thonschiefer, auch im Quarzit und im körnigen Kalk. In verschiedenen Gesteinen, so auch im Thonschiefer, bildet es mächtige Lager und Stöcke, und setzt manchmal ganze Gebirgsmassen zusammen.

Es kommt ferner in Gängen und Drusenräumen vor. Auch lose im Sande trifft man es an: so auf der *Iserwiese* im *Riesengebirge*, im *Siebengebirge*, am Ufer des *Laacher See* und anderer Seen, so wie des Meeres, desgleichen im Bette der Flüsse und Bäche. Ein mächtiges Lager von Eisensand findet sich zu *New - Plymouth* in *Neu-Seeland*, welches nach Gladstone [2]) aus 94,0 % Magneteisen, 3,5 % Kieselsäure, 1,5 % Thonerde und 0,5 Kalk besteht. Nach Riley ist auch Titansäure in erheblicher Menge in demselben vorhanden. Am *Ural* kommt es im aufgeschwemmten Lande meist in kleinen Octaedern in grofser Menge und in der Regel unter den kleinen Gemengtheilen, nächst dem Quarz, am häufigsten vor [3]). Endlich wurde es von Monticelli und Covelli [4]) in dem 1822 vom *Vesuv* ausgeworfenen Sande gefunden. Bemerkenswerth ist sein Vorkommen in verschiedenen Mineralien, deren magnetische Eigenschaften seine Ge-

[1]) Zschau im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1855. S. 513.
[2]) Jahresber. 1860. S. 752.
[3]) G. Rose Reise nach dem *Ural*. Bd. II. S. 476.
[4]) Der *Vesuv* in deutscher Uebersetzung. S. 213.

genwart erkennen lassen. Auf der andern Seite finden sich in ihm verschiedene Mineralien eingewachsen.

Nach Krantz[1]) findet sich im *Tolucca-Thal* Magneteisen in mehreren Meteoriten.

Glocker[2]) beschrieb einen eigenthümlichen Zustand des Magneteisen (weiche Massen von sehr feinkörnigem Magneteisen finden sich in der *Georgi-Grube* bei *Sternberg* in *Mähren*), und dessen Veränderung nach Entfernung von seiner Lagerstätte.

Zusammensetzung. Rammelsberg[3]) prüfte die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der beiden Oxyde des Eisens im Magneteisen und bestimmte in nachbenannten Magneteisen das Eisenoxydul mit gröfserer Schärfe, als es vor ihm geschehen konnte. Er richtete seine Aufmerksamkeit auf einen etwaigen Titansäuregehalt[4]). Wir übergehen daher die früheren Analysen:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Eisenoxyd .	—	—	—	69,88	71,85
Eisenoxydul	32,5 bis 32,8	27,2 bis 31,2	30,2 bis 30,9	27,88	28,00
Magnesia .	—	0,18	—	1,20	—
Titansäure .	—	—	—	0,10	—
				99,06	99,85

I. Magneteisen von *Greiner* im *Zillerthal*, schöne Octaeder in Chloritschiefer eingewachsen, kleine Chloritplättchen waren eingesprengt.

II. Magneteisen von *Traversella*, Granatoeder.

III. Magneteisen von *Balmy* in *Alathal*, gleichfalls Granatoeder.

IV. Magneteisen von der *Stopfelskuppe* bei *Eisenach*, Octaeder. Es war nicht möglich, diese Krystalle ganz rein abzusondern, theils von Basalttheilchen, theils

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. CI. S. 152.

[2]) Ebend. Bd. XCVI. S. 262.

[3]) Ueber die Zusammensetzung des Titaneisen sowie der rhomboedrisch und octaedrisch krystallisirten Eisenoxyde überhaupt. Poggendorff's Ann. Bd. CIV. S. 497.

[4]) Diejenigen Magneteisen, welche bedeutende Quantitäten von Titansäure enthalten und später von andern Chemikern analysirt wurden, finden sich unter den Analysen der Titaneisen am Schlusse dieses Kapitels.

von Brauneisenstein, der an der Grenze beider sich gebildet hat. Senfft führt an, dafs auf dem Basalt, schön krystallisirte Ueberzüge von titanhaltigem Magneteisen vorkommen.

V. Magneteisen von *Norberg* in *Westmanland*, in blättrigen, derben Massen, Talkblättchen hingen an.

Unter der Voraussetzung, dafs das Magneteisen aus gleichen Aequivalenten Eisenoxydul und Eisenoxyd besteht, ist die theoretische Zusammensetzung desselben:

Eisenoxydul . . .	31,03
Eisenoxyd . . .	68,97
	100,00

Vergleicht man die theoretische Zusammensetzung mit den früherer Analysen: so ergibt sich, dafs das Eisenoxyd in den meisten derselben etwas mehr beträgt. Nichts desto weniger halten wir diese Zusammensetzung doch für die richtige und die Ansicht einiger Mineralogen, dafs das Verhältnifs des Oxydul zum Oxyd nicht constant sei, für irrig; denn wir werden unten sehen, dafs die Umwandlung des Magneteisen in Eisenglanz und in Brauneisenstein sehr häufig vorkommt. Ist diese Umwandlung eben im Beginnen, ohne dafs jedoch die äufseren Kennzeichen sie anzeigen: so mag doch die chemische Analyse die Zunahme des Eisenoxyd schon erkennen lassen. Uebrigens mag die überschüssige Menge Eisenoxyd manchmal auch von Fehlern in der Analyse herrühren. Da eine Umwandlung des Magneteisen, welche mit einer Zunahme des Eisenoxydul verknüpft wäre, nicht bekannt ist und dies auch damit übereinstimmt, dafs Eisenoxydul nur in No. I die Menge der theoretischen Zusammensetzung übersteigt: so sieht man, dafs Desoxydationsprocesse, etwa durch organische Substanzen, das Eisenoxyd im Magneteisen im Allgemeinen nicht zu alteriren scheinen.

Bildung. Wir halten es für nöthig, alle Beweise beizubringen, welche die nicht plutonische Bildung des Magneteisen bezeugen, ohne aber damit die Möglichkeit seiner Bildung auf feuerflüssigem Wege in Abrede stellen zu wollen, um so weniger, da Magneteisenoctaeder bei

metallurgischen Processen nicht selten gefunden werden. Jene Beweise sind um so nöthiger, da bei Weitem die meisten Geologen die letztere Bildungsart für ein Axiom gehalten haben und zum Theil noch halten.

Magneteisenkrystalle, meist sehr kleine, finden sich am *Vesuv* in Gemengen von glasigem Feldspath und Nephelin [1]) und in Blasenräumen ausgeschleuderter Laven, begleitet von Harmotom. Blum besitzt eine solche Lava, in deren Poren nicht blos Magneteisen und Harmotom neben einander sitzen, sondern ein kleines Octaeder von Magneteisen liegt auf dem Harmotom und wird sogar ganz oder theilweise von diesem umschlossen. Letzteres Magneteisen ist unstreitig eine spätere Bildung als der Harmotom. Da dieses Mineral ein Zeolith ist, welches 15 % Wasser hält: so kann der auf ihm sitzende Magneteisenkrystall unmöglich eine vulkanische Bildung sein. Hier nützt es nichts, Zuflucht zum Drucke nehmen zu wollen, um den Wassergehalt des Harmotom zu erklären; denn wenn jene Lava einem auch noch so grofsen Drucke im *Vesuv* ausgesetzt gewesen wäre, nach ihrem Auswurfe hätte sie unter dem einfachen Luftdrucke, während ihres noch lange fortdauernden erhitzten Zustandes, dieses Wasser nicht zurückhalten können. So wie sich in Blasenräumen der Mandelsteine Harmotom als ein Infiltrationsproduct bildet: so bildete sich dieses Mineral auch in der Lava, und zwar lange nach dem Ausfliefsen derselben aus dem Vulkan. Kann man aber für das Magneteisen eine andere Bildungsart annehmen? — An Material zu seiner Bildung, an Augit, fehlt es weder in der Lava noch in den vulkanischen Bomben. Auch körnige Massen von Magneteisen mit kleinen Glimmertheilchen gemengt und mit zierlichen Glimmerkrystallen finden sich in Drusenräumen von Lava.

Blum besitzt eine Stufe von körnigem Magneteisen mit feinen Quarzkörnern gemengt, worin ein Kern von Spirifer speciosus steckt, ferner Magneteisen mit Eisenkies

[1]) In den Laven des *Capo di bove* finden sich nicht selten in derselben Höhlung Krystalle von Kalkspath, von verschiedenen Zeolithen und Magneteisen zusammen. Eichwald in Nouveaux Mém. de la Soc. imp. des Natural. de Moscou. T. IX. p. 259.

gemengt und durchzogen mit Adern von Bitterspath. In Drusenräumen sind die schönsten Bergkrystalle vorhanden, auf denen wieder Bitterspath und Eisenspath sitzen. Eine Versteinerung und eine plutonische Bildung sind unvereinbare Dinge; aber Beweise für Bildungen auf nassem Wege, welche sich auf der zweiten Stufe oft wiederholt zeigen. Diese Beweise finden sich überhaupt in dem so häufigen Vorkommen des Magneteisen in Drusenräumen und sogar in denjenigen des derben Magneteisen, welche die ausgezeichnetsten Krystalle darbieten. Ein solches Vorkommen läfst sich nur aus Absätzen aus Gewässern erklären, da die Löslichkeit des Magneteisen dargethan ist (S. 908).

In allen Mineralien, welche mehr oder weniger reich an Eisenoxydul und Eisenoxyd sind, findet sich das Material zur Bildung von Magneteisen. Sind beide Oxyde in demselben Verhältnisse vorhanden wie im Magneteisen: so kann sich die ganze Menge dieser Oxyde als Magneteisen ausscheiden. Ist nur Eisenoxydul gegenwärtig: so setzt diese Ausscheidung die vorhergegangene theilweise Oxydation des Oxydul voraus. Ist nur Eisenoxyd vorhanden: so mufs eine theilweise Desoxydation desselben vorausgehen. Unzählige Erscheinungen zeigen, dafs in den Mineralien solche Oxydationen oder Desoxydationen, je nach Verschiedenheit der Umstände, wirklich von Statten gehen.

Es ist jedoch wenig wahrscheinlich, dafs sich aus den durch organische Substanzen theilweise desoxydirten Eisenoxydsilicaten Magneteisen ausscheidet; denn es gehört gewifs zu den seltensten Fällen, dafs Mineralien, welche nur diese Silicate enthalten, ursprüngliche Bildungen sind. Im Gegentheil sehen wir, dafs die ursprünglich in Mineralien vorhanden gewesenen Eisenoxydulsilicate im Verlaufe der Zeit allmälig in Eisenoxydsilicate übergehen. Gewifs würde aber die Ausscheidung von Magneteisen bei diesem Uebergange leichter erfolgen, als im letzten Stadium der Zersetzung, wenn, wie dies manchmal der Fall ist, die früher oxydirten Oxydulsilicate durch organische Substanzen wieder reducirt werden.

In unveränderten zusammengesetzten Silicaten, wie

z. B. im Granat, Augit und in der Hornblende können die Eisenoxyde nur an Kieselsäure gebunden gedacht werden. Scheidet sich Magneteisen aus solchen Mineralien aus, wie diefs beim Granat (S. 593) beim Augit und bei der basaltischen Hornblende [1]) der Fall ist: so mufs diefs mit gleichzeitiger Ausscheidung von Kieselsäure verknüpft sein. Ob in diesen Mineralien, wenn sie auf die Magnetnadel wirken, Kieselsäure wirklich ausgeschieden ist, ist noch noch nicht ermittelt und wird auch schwerlich ermittelt werden. Weiter unten werden wir jedoch sehen, dafs Magneteisen und Quarz in Gebirgsgesteinen gar nicht selten neben einander vorkommen. Dafs die ausgeschiedene Kieselsäure auch zur Bildung anderer Zersetzungsproducte verwendet werden kann, zeigt die Umwandlung des Granat in Magneteisen und Serpentin (S. 593).

Die bekannte Erscheinung, dafs sich bei höherer Oxydation des Eisenoxydul im Eisenvitriol ein Theil der Base als Eisenoxyd oder eigentlich als basisch schwefelsaures Eisenoxyd ausscheidet, bietet eine Analogie dar, wie man sich die Ausscheidung von Eisenoxyd aus kieselsaurem Eisenoxydul bei höherer Oxydation der Base zu denken hat. Die wirkliche Ausscheidung von Eisenoxydhydrat aus zusammengesetzten Silicaten, welche Eisenoxydulsilicat enthalten, ist, wenn solche Mineralien oxydirenden Wirkungen ausgesetzt sind, eine ganz gewöhnliche Erscheinung. Sie erklärt jedoch nicht die Ausscheidung vom Magneteisen; sondern zeigt nur dafs besondere Umstände stattfinden müssen, wenn sich statt einer Verbindung des Eisenoxyd mit Wasser, eine Verbindung desselben mit Eisenoxydul bilden soll.

Das so sehr häufige Vorkommen des Magneteisen thut dar, dafs die beiden Oxyde des Eisens eine besondere Neigung haben, mit einander eine selbständige Verbindung einzugehen [2]). Sie ist eine salzartige Verbindung, in welcher das Oxydul die Base ist. Wo daher durch

[1]) Zaddach a. a. O. S. 60.

[2]) Diese Neigung zeigt sich auch darin, dafs Eisenoxyd metallisches Eisen disponirt, Wasser unter Wasserstoffgasentwicklung zu zersetzen. H. Rose in Poggendorff's Ann. Bd. LXXXIII. S. 135.

höhere Oxydation eines Eisenoxydulsilicat Oxyd gebildet und dadurch das Verwandtschaftsband zur Kieselsäure gelockert wird, da sind die Bedingungen zu einer Verbindung beider Oxyde mit einander gegeben. Wird aber hierbei die Kieselsäure nicht als Quarz ausgeschieden: so bleibt keine andere Annahme übrig, als dafs sie theils mit dem noch rückständigen Eisenoxyduloxyd, theils mit den übrigen Basen Silicate mit gröfserem Kieselsäuregehalt bildet. Da die zusammengesetzten Silicate mit dem höchsten Kieselsäuregehalt in den am meisten verbreiteten Mineralien, in den Feldspathen, vorkommen: so ist zu schliefsen, dafs die Kieselsäure mehr geneigt ist, solche Silicate als Silicate mit geringerem Kieselsäuregehalte zu bilden [1]). Diese Neigung kann nun ihre Befriedigung finden, wenn durch Bildung von Magneteisen in Mineralien mit geringem Kieselsäuregehalte, wozu Granat, Augit und Hornblende gehören, ein Theil dieser Kieselsäure ausgeschieden wird. Diesem gemäfs ist die Bildung von Magneteisen aus Eisenoxydulsilicaten das Resultat der starken Verwandtschaft des Eisenoxydul zum Sauerstoff und zum Eisenoxyd, und der Neigung der Basen mit Kieselsäure Verbindungen mit höherem Kieselsäuregehalte einzugehen.

S. 645 ff. war von einer Umwandlung des Augit in Hornblende und Granat, sowie in Hornblende und Magneteisen die Rede. Diese Umwandlungen sind bei *Arendal* in einem sehr grofsartigen Maafsstabe von Statten ge-

Ebenso entsteht eine Verbindung von Eisenoxyd mit Eisenoxydul, wenn glühende Eisendrähte den Wasserdampf zersetzen.

[1]) Supponirte chemische Processe im Mineralreiche gewinnen stets an Wahrscheinlichkeit, wenn wir Analogien mit den in unseren chemischen Laboratorien von Statten gehenden Processen nachweisen können. Die Neigung der Kieselsäure Salze mit Säureüberschufs zu bilden, welche nach dem Obigen mit grofser Wahrscheinlichkeit angenommen werden mufs, zeigt z. B. auch die Weinsäure. Vermöge dieser Neigung entzieht diese Säure selbst der starken Schwefelsäure das mit ihr verbundene Kali, um damit saures weinsaures Kali zu bilden, während auf der anderen Seite die schwächsten Säuren im Stande sind, dem neutralen weinsauren Kali so viel von der Base zu entziehen, dafs saures weinsaures Kali entsteht.

gangen. So führt Weibye an[1]), dafs in der *Thorbjörnsbo*-Grube das Eisenerz im innigen Gemenge mit körnigem, rothem Granat und Augit oder Hornblende vorkommt, und dafs dieses Gemeng in isolirt hervortretenden Bruchstücken bald vom Magneteisenstein umschlossen wird, bald diesen umschliefst und bald mit ihm verwachsen ist.

Am häufigsten haben alle hier vorkommenden Erzmassen scharfe Grenzen gegen die theils syenitischen, theils granitischen und theils aus verschiedenen Mineralien als Augit, Granat, Glimmer, Kokkolith u. s. w. bestehenden Massen, die gewöhnlich als eine Rinde den Eisenstein umgeben. Zum Theil aber verzweigen sie sich in die Nebengesteine oder fliefsen mit denselben zusammen.

Das Zusammenvorkommen von Augit, Hornblende, Granat, Serpentin und Magneteisen zu *Orpus* und *Presnitz* in *Böhmen*, und die von Granat und Magneteisen begleiteten Hornblendegesteine im *Kaurimer*-Kreise, welche Unterbrechungen im Schiefergebirge bilden[2]), deuten auf ähnliche Umwandlungsprocesse wie zu *Arendal*.

Auch an anderen Orten stofsen wir auf Erscheinungen, welche für eine Umwandlung des Augit in Magneteisen sprechen. Zunächst nimmt der *Ural* mit seinen Magneteisenbergen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Bei *Nischne-Tagilsk* erhebt sich mitten aus der Ebene *Wissokaja Gora* ein 300 Lachter langer, 250 Lachter breiter und 41 Lachter hoher Rücken, der gröfstentheils aus reinem Magneteisenstein besteht. Die körnigen Abänderungen sind zuweilen mit Höhlungen und Spalten durchsetzt, an deren Wänden sich kleine, scharfkantige Octaeder finden. Die ungeheure Erzmasse des Magnetberges liegt in einem weifsen, gelben oder braunen Thon, von welchem sie scharf abschneidet. Auf der Nordseite zieht sich aber ein Keil tauben Gesteins fast bis zur Höhe hinan und auf der Ostseite ist dieses Gestein vom Eisenerz durch eine nur 1 Fufs mächtige Thonlage getrennt.

1) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1847. S. 699.

2) Zippe in den Abhandl. der böhm. Gesellsch. der Wissensch. Folge V. Bd. IV.

Dieses taube Gestein ist nach der Analogie mit den andern Magnetbergen des *Ural*, wahrscheinlich labradorreicher Augitporphyr, der hin und wieder Quarzkörner enthält [1]).

Bei *Kuschwinsk* liegt der *Blagodat*, welcher einen einzeln dastehenden, durch zwei Vertiefungen gleichsam in drei Berge getheilten Bergrücken bildet. Der ganze Abhang nach *Kuschwinsk* hin besteht aus einem ausgezeichneten Augitporphyr, dessen Hauptmasse magnetisch ist. In dieser finden sich grasgrüne Augitkrystalle eingewachsen und an Orten, die der Kuppe näher liegen, sind sie mit Hüllen von Uralit umgeben. Man erkennt in dieser Masse auch weiſse Flecken, die, nach der Analogie zu schlieſsen, Labrador sind. Sie zeigen sich gleichfalls an der Oberfläche des Gesteins in eine weiſse Porcellanerde umgeändert. Beide werden von Tagewassern fortgewaschen und die Augit- und Uralitkrystalle, welche der Verwitterung besser widerstehen, ragen aus der Oberfläche des Gesteins hervor. Zuweilen wird der Augitporphyr des *Blagodat* mandelsteinartig, und es stellen sich Höhlungen mit Kalkspath erfüllt ein. Magneteisen ist im Augitporphyr auf dem westlichen Abhange noch nicht enthalten; am Gipfel mengt es sich aber bei und tritt zuletzt ganz herrschend auf. Es erscheinen nun groſse Massen ganz reinen Magneteisens, die aber auch hier stellenweise mit andern Massen wechseln, in welchen sich die Gebirgsart in mehr oder weniger groſser Menge findet, so daſs man offenbar sieht, daſs die Gebirgsart und das Magneteisen von gleichzeitiger Bildung sind. Letzteres enthält zuweilen Drusenräume, die mit Magneteisen-Octaedern besetzt sind. Auch Eisenkies ist theils in Drusen mit dem Magneteisen krystallisirt, theils in demselben enthalten. Kalkspath ist dem Eisenerz gewöhnlich nur in kleinen Partieen beigemengt; auf der südlichen Seite soll er aber die Erzmasse oft in einige Fuſs mächtigen Schichten durchsetzen. Analcim kommt mit Magneteisen verwachsen und in demselben eingewachsen vor [2]).

[1]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. I. S. 310.

[2]) Ebend. S. 342.

Bei *Nischne-Turinsk* ist ein mehr als 5 Werste langes Gebirge *Katschkanar*, aus welchem das Magneteisenerz in einzelnen Kuppen hervorragt. Die Gebirgsart ist wahrscheinlich wie beim *Blagodat* ein Augitporphyr, wie die von daher erhaltenen Stufen, wovon eine aus einem körnigen Gemenge von Magneteisen und Augit, eine andere aus sehr grobkörnigem Augit mit wenig eingesprengtem Magneteisen besteht [1]), zeigen.

Mit Ausnahme der theilweise in Uralit umgewandelten Augitkrystalle am *Blagodat* ist ein Zusammenvorkommen von Augit, Hornblende und Granat wie bei *Arendal* nicht angeführt.

Im *Erzgebirge*, in der Gegend von *Schwarzenberg*, findet sich Magneteisen in schmalen Schichten mit körnigem Kalk gemengt und sehr häufig in Begleitung von Granat [2]). In den Erzlagerstätten der dortigen grünsteinartigen Gebilde gehört es zu den selten fehlenden Mineralien im Gemenge mit Hornblende, Diopsid, Sahlit, Granat, Quarz u. s. w. (S. 593.)

Am *Thüringer Walde* ist nach Credner [3]) dem Hyperit (Hypersthenfels) Magneteisen regelmäfsig und Eisenglanz häufig beigemengt. Quarz fehlt darin gänzlich. Die Aehnlichkeit zwischen dem Hypersthen und Augit gestattet die Annahme, dafs jenes Magneteisen und jener Eisenglanz Zersetzungsproducte des ersteren seien.

Auch das Hornblendegestein wird am *Thüringer Walde* von körnigem Magneteisen, welches jenes theilweise völlig zu vertreten scheint, begleitet. Dem Magneteisen mengt sich Quarz in schwachen parallelen Lagen bei.

Was vom Hypersthen gilt, hat auch Bezug auf Diallag. Die häufige Gegenwart des Magneteisen im Gabbro deutet auch darauf, dafs es ein Zersetzungsproduct des Diallag sein mag. Es ist auch in feinen Theilen dem letzteren zuweilen beigemengt [4]).

Die aufgezählten Erscheinungen stellen es als eine Thatsache hin, dafs sich Magneteisen aus dem Augit und

[1]) G. Rose Reise u. s. w. S. 379.

[2]) Freiesleben geognost. Arbeiten. Bd. V. S. 42.

[3]) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1843. S. 272.

[4]) G. Rose Reise u. s. w. Bd. II. S. 165.

wahrscheinlich auch aus den ihm verwandten Mineralien ausscheiden kann. Es fragt sich nun, ob sich dieses Eisenoxyduloxyd auf anderem, als auf nassem Wege ausscheiden könne, und ob man auch nur entfernt an eine Ausscheidung auf plutonischem Wege denken könne?

Die Oxyde des Eisens und besonders das Eisenoxydul sind starke Basen, die eine grofse Verwandtschaft zur Kieselsäure haben, und sich damit schon in mäfsiger Hitze sehr leicht verbinden. Dies zeigt sich bei hüttenmännischen Processen, wo man, wie beim Kupferschmelzprocefs, quarzhaltige Mineralien zusetzt, um das Eisenoxydul mit der Kieselsäure zu einer leichtflüssigen Schlacke zu verbinden. Es zeigt sich auch beim Schweifsen des Eisens, wo der Schmied die weifsglühenden Enden der zusammen zu schweifsenden Eisenstücke mit feinem Sande bestreut, damit sich das auf der Oberfläche gebildete Eisenoxyduloxyd mit demselben zu einer leichtflüssigen Schlacke verbinde, welche beim Hämmern ausgeprefst wird, so dafs die rein metallischen Flächen mit einander in Berührung kommen.

Da demnach Eisenoxyduloxyd und Kieselsäure in der Glühhitze so leicht zusammenschmelzen, so würden sich aus einem feuerflüssigen Gesteine beim Erstarren und Erkalten Magneteisen und Quarz unmöglich absondern können. Finden wir daher in einem granitischen oder überhaupt in einem quarzhaltigen Gestein Magneteisen: so kann dieses nicht eine Ausscheidung aus einer feuerflüssigen Masse sein. Da nun bei *Arendal* Magneteisen sich häufig in das syenitische und granitische Nebengestein verzweigt: so kann es nicht eine Ausscheidung auf plutonischem Wege sein. Eben so wenig kann es durch eine plutonische Metamorphose des Gneifs ausgeschieden worden sein. Sollten daher Syenit und Granit plutonische Bildungen sein: so könnten sich bei ihrer Erstarrung Magneteisen unmöglich abgesondert haben. Der Plutonist ist also gezwungen, einen Ausscheidungsprocefs auf anderem, als auf plutonischem Wege anzunehmen. Welcher andere Weg, als der nasse, bleibt aber dann übrig?

Das Zusammenvorkommen des Magneteisen und Quarz

ist keineswegs eine blofs locale Erscheinung in der Gegend von *Arendal.* Bei *Ulefofs* in *Norwegen* finden sich beide Mineralien auf einer Magneteisen-Lagerstätte gleichfalls in Gesellschaft. Bergkrystalle kommen oft mitten im Magneteisen vor. Auch in den Magneteisenstein-Lagerstätten in *Schweden,* in *Brasilien* und in *Urugay.* Bei *Slatoust* findet es sich in einem grobkörnigen Granit mit Quarz- und Hornblendekrystallen in solcher Menge, dafs dieser ein reichhaltiges Eisenerz darstellt [1]). Zu *Fahlun* trifft man es in Begleitung mit Kupferkies, Eisenkies, Bleiglanz und Blende in einer quarzigen Gangart an [2]). In der *Bredgangsgrube* bei *Kongsberg* ist es im Gemenge mit Quarz, Hornblende, Granat und Kalkspath [3]). Da mehrere Flüsse und Bäche des *Erzgebirges* (die *grofse Zscharde, Elster, Weiseritz* u. a.) Quarz, Magneteisen- und Titaneisenkörner mit sich führen, da auch im Strombette der *Elbe* solche Gemenge vorkommen: so haben wohl auch in diesem Gebirge Quarz und Magneteisen gemeinschaftliche Fundorte. Vom Zusammenvorkommen beider im aufgeschwemmten Sande am *Ural* war schon oben (S. 909) die Rede.

Sollten auch die Plutonisten zugeben, dafs die Quarze, welche das Magneteisen begleiten, Bildungen auf nassem Wege seien, für das Magneteisen aber den plutonischen Weg zu retten suchen: so würde auch dieser Ausweg zu keinem Ziele führen. Wären nämlich Quarze vorhanden gewesen, und wären sie von geschmolzenem Magneteisen umhüllt worden: so hätte geschehen müssen, was geschieht, wenn der Schmied Sand zwischen die weifsglühenden Eisenstücke streut: es würde sich kieselsaures Eisenoxydul, und zwar noch leichter, als bei diesem künstlichen Processe, gebildet haben, da das Magneteisen nach der Voraussetzung im geschmolzenen Zustande mit den Bergkrystallen in Berührung gekommen wäre.

Nach Weibye werden in den vielen Gruben von *Arendal* die Ausscheidungen um so seltener, je tiefer die

1) G. Rose Reise u. s. w. Bd. II. S. 139.

2) Daubrée *Skandinaviens* Erzlagerstätten. S. 30.

3) Scheerer in Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1843. S. 635.

Grubenbaue gehen. Daher auch das seltnere Vorkommen der vielen sonst so häufigen Mineralien, die fast nur in diesen Ausscheidungen einbrechen.

Müfste man nicht gerade das Umgekehrte erwarten, wenn man diese Ausscheidungen plutonischen Wirkungen zuschreiben wollte? — Gegen Tage hin nähert man sich nicht dem Centralfeuer, von dem allein plutonische Wirkungen herrühren könnten; wohl aber den Tagewassern, welche Ausscheidungen unzweifelhaft hervorbringen. Gewifs ist dieser Umstand ein entschiedener Beweis zu Gunsten der Ausscheidungen auf nassem Wege.

Sind alle Magneteisensteinlager in *Norwegen* Zersetzungsproducte des Augit? Diese Frage würde sich der Beantwortung näher bringen lassen, wenn man im Stande wäre, die relativen Quantitäten des Magneteisen, des kohlensauren Kalk, der kohlensauren und kieselsauren Magnesia und der Kieselsäure, sofern sie als Zersetzungsproducte erscheinen, gegen einander und gegen die Bestandtheile der zersetzten Augite abzuwägen. Das wirkliche Vorkommen dieser Zersetzungsproducte bedingt natürlich die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ursprungs des Magneteisen. In den Magneteisengruben *Norwegen's* findet sich meist Kalkspath, auch Bitterspath (Insel *Langö*). Von den Magnesiasilicat-haltenden Mineralien finden sich hier und da Chlorit fast in allen Gruben von *Arendal*, auch Serpentin und ziemlich häufig Talk. Der Serpentin wird theils in kleinen Partieen im Magneteisen oder in dem diesen begleitenden Gemenge aus verschiedenen Mineralien, theils als kleine Gangtrümmer im Nebengesteine der Gruben, theils als Lager zwischen dem Magneteisen und einer Bestegmasse von Kokkolith angetroffen. Quarz kömmt sehr häufig in gröfseren und kleineren Ausscheidungen in und bei den Gruben vor [1]). Da sich demnach in *Norwegen's* Gruben wirklich neben Magneteisen die übrigen Zersetzungsproducte des Augit finden: so ist gegen die Möglichkeit eines solchen Ursprungs dieses Eisenerzes nichts zu erinnern.

Im Magnetberg *Wissokaja Gora* finden wir Thon,

[1]) Weibye a. a. O.

der unzweifelhaft ein Zersetzungsproduct der Feldspathmasse (Labrador), des Augitporphyr und zum Theil des Augit ist. Das taube Gestein ist nach Hermann's Beschreibung ein verwitterter Porphyr, welcher aus Jaspis mit Feldspath und einzelnen Quarzkörnern besteht. Hier zeigt sich daher die bei der Zersetzung des Porphyr ausgeschiedene Kieselsäure. Im *Blagodat* finden wir in Drusenräumen Kalkspath dem Magneteisen beigemengt; jener soll sogar dieses in mächtigen Schichten durchsetzen. Es ist ein Zersetzungsproduct der Kalksilicate in Augit und Labrador durch kohlensäurehaltige Gewässer. Im Analcim des *Blagodat,* der nach Henry 11,86 % Natron und 0,55 % Kali enthält, finden wir die Alkalien des zersetzten Labrador.

Wo das Magneteisen, wie im *Wissokaja Gora,* rein auftritt, mufste sich die Masse und das Volumen des ursprünglichen Augitporphyr bedeutend vermindern; denn das spec. Gewicht des ersteren ist nahe doppelt so grofs als das des letzteren. In einer Grube bei *Arendal* fand sich ein Raum von einigen hundert Fufs Länge und von wenigstens 50 Fufs Breite ganz mit Magneteisen erfüllt [1]).

Der eisenreichste Augit, der Hedenbergit, hält 26 % Eisenoxydul. Diese geben, wenn sie sich in Magneteisen umwandeln, 28%. Von einem solchen Augit müfsten also 72 % durch diese Umwandlung ausgeschieden werden. Sollte der Augitporphyr aus gleichen Theilen Augit und Labrador bestehen: so würde, bei seiner Umwandlung in Magneteisen, dieses nur 14 % von der Masse oder 8 % von dem Volumen des Gesteins betragen. Behielte der Augitporphyr sein ursprüngliches Volumen: so müfste das Magneteisen eine aufserordentlich poröse oder mit vielen Höhlungen und Spalten durchsetzte Masse bilden, welches dem Vorkommen desselben nicht entspricht. Also nur in denjenigen Fällen, wo die sämmtlichen Zersetzungsproducte des Augitporphyr in dem von ihm eingenommenen Raume bleiben, sei es, dafs dieselben mit einander wechseln, oder dafs Thon, Kalkspath in allen Spalten sich abgesetzt haben, würde sich die Masse nicht nur nicht ver-

[1]) Scheerer im Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1843. S. 631.

mindert, ja durch die von der Kalkerde aufgenommene Kohlensäure und durch den vom Eisenoxydul aufgenommenen Sauerstoff sogar vergröfsert haben.

Den Plutonisten müssen wir es überlassen zu prüfen, ob die Ansicht, das Magneteisen sei eine mit dem Augitporphyr gleichzeitige eruptive Bildung die beschriebenen Verhältnisse besser, als die Zersetzung desselben auf nassem Wege erklären könne? Wie erklärt sich aber dann die Einlagerung der ungeheuern Erzmasse der *Wissokaja Gora* in einem Thon, und die Lagerung des letzteren zwischen dem tauben Gesteine und dem Magneteisen, wie erklärt sich die Verwachsung des Magneteisen mit dem Zeolith? — Nicht blos die Bildung dieses Minerals setzt Processe auf nassem Wege voraus, auch der dem Magneteisen nach den Seiten und gegen die Oberfläche zu beigemengte und zuletzt ganz rein auftretende Brauneisenstein, welcher gleichfalls die Kluftflächen des Magneteisen überzieht und selbst voller Höhlungen und Klüfte ist, zeigt unverkennbar die Wirkung der Gewässer. Dasselbe gilt von dem, dem Magneteisen beigemengten Eisenkies.

Das so häufige Vorkommen des Magneteisen im Serpentin ist ganz besonders characteristisch, da dieselben Mineralien (Granat, Augit und Hornblende), welche sich in Serpentin umwandeln können, auch Magneteisen durch ihre Zersetzung liefern.

Die zur silurischen Formation gehörenden grünlich grauen Schiefer von *Deville* und die grauen Schiefer von *Kimogne* enthalten Magneteisen und zwar jene in Krystallen [1]). Ueberhaupt ist sein Vorkommen im Thonschiefer, theils eingesprengt, theils auf Gängen (Quarzgängen), gar nicht selten. Im Schalstein, wie bei *Odersbach* im Herzogthum *Nassau*, kommen Lager von Magneteisen vor, in welchen sich zuweilen Speckstein findet [2]).

Da durch Zersetzung des Augitporphyr Magneteisen ausgeschieden werden kann: so wird auch der Basalt, welcher in seiner Grundmasse dieselben Gemengtheile,

1) Sauvage in Ann. des Mines quatr. série. T. VII. p. 411.

2) Fridolin Sandberger Uebers. der geol. Verh. des Herzogthums *Nassau*. S. 35.

Augit und Labrador, wie dieser enthält, durch Zersetzung Magneteisen liefern. Dafs dies wirklich der Fall ist, haben wir oben (S. 901 u. 909) gesehen. Auch bei Behandlung des Basalt mit Säuren wird mehr oder weniger Eisenoxyduloxyd extrahirt, welches mehrere Chemiker für Magneteisen genommen und danach die Menge desselben (2 bis 17 %) bestimmt haben. Dagegen erinnerte aber Rammelsberg[1]), dafs sich auch der Olivin, dieser so häufige Gemengtheil des Basalt, in concentrirter Salzsäure auflöst und dafs daher das Magneteisen zu hoch bestimmt wird, wenn man nicht den Eisengehalt des Olivin in Abzug bringt.

Das Magneteisen kommt im Basalt, wie z. B. im Steinbruche bei *Unkel*, zwischen *Bonn* und *Coblenz*, in den kleinsten Partieen bis zur Gröfse von mehr als 1 Zoll sehr häufig vor. Es ist meist rundlich mit schönem muscheligem Bruche. Hier findet man auch zwischen aneinander grenzenden Basaltsäulen zerrissene Magneteisenbrocken, und Nöggerath[2]) nahm wahr, dafs oft die getrennten Theile dieser Brocken, durch welche die Absonderungen des Basalt hindurch gehen, nicht mehr in gleicher Höhe liegen, sondern dafs der eine Theil gegen den andern in den sich berührenden Säulen mehr oder weniger, oft um einige Zoll höher oder tiefer erscheint. Die getrennten Magneteisenpartieen hatten sich also nach der säulenförmigen Absonderung gegen einander verschoben.

Auch die Olivinpartieen erscheinen oft zwischen zwei, mit ihren Seiten sich begrenzenden Basaltsäulen getheilt. Diese Erscheinung zeigt sich auch bei Säulen von anderem Vorkommen[3]).

Ich habe mehrere Stufen vom *Unkeler* Basalt, Magneteisen enthaltend, mit Salzsäure geprüft. Nur bei einigen entwickelten sich zwischen diesen und der umgebenden Basaltmasse sparsam mikroskopisch kleine Gasbläschen; bei andern war davon nicht das mindeste wahr-

[1]) Handwörterbuch. Abthl. I. S. 77.

[2]) Der Bergschlüpf an den *Unkler* Basaltbrüchen. S. 11.

[3]) Die Basaltgebilde von Leonhard. Abthl. I. S. 282.

zunehmen. Hieraus ergibt sich, dafs die Kalksilicate in diesem kaum merkliche oder gar keine Spuren von Zersetzung zeigen. Hat sich daher das Magneteisen auf die oben (S. 921) angegebene Weise aus der augitischen Grundmasse ausgeschieden: so war damit eine Zersetzung der Kalksilicate in diesem Basalt nicht verknüpft.

Ueberhaupt hat die Verwitterung auf diesen Basalt nur wenig eingewirkt; wo sie sich zeigt, gibt sie sich nur durch ein körniges Zerfallen der Masse zu erkennen. Die Theilung der Magneteisen- und Olivinpartieen zwischen den sich begrenzenden Säulen führt uns auf Verhältnisse, welche sich schwierig mit einander verknüpfen lassen. Während die Grundmasse noch eine gewisse Weichheit und Elasticität besitzen mufste, um sich so zu sondern, dafs glatte Säulenflächen entstehen konnten, mufste das Magneteisen und der Olivin völlig erhärtet gewesen sein; denn nur dann konnten diese so zerreifsen, wie wir sie finden. Dieser Umstand spricht allerdings mehr für eine Bildung auf feurigem als auf nassem Wege; denn denkt man sich die basaltische Grundmasse in einem durch Wasser erweichten Zustande, ähnlich dem Thone oder Mergel, welche beim Austrocknen auch manchmal senkrechte, säulenartige Zerspaltungen zeigen: so ist schwer zu begreifen, wie Magneteisen und Olivin darin so fest eingeschlossen sein konnten, dafs ihre Adhäsion sich stärker als ihre Cohäsion zu äufsern im Stande war. Dagegen sind gerade Olivin und Magneteisen die strengflüssigsten unter den Gemengtheilen des Basalt und viel strengflüssiger als die Grundmasse; diese Mineralien konnten daher vollkommen erhärtet gewesen sein, während die Grundmasse, obgleich noch in einem gewissen Zustande der Weichheit, doch so fest an ihnen adhärirte, dafs sie eher zerrissen, als aus ihrer Lagerstätte herausgerissen wurden. Setzt man aber eine plutonische Bildung des Basalt voraus: so mufs man von der Vorstellung einer Ausscheidung der Magneteisen- und Olivinpartikelchen nach der Bildung des Basalt abstrahiren.

Wollte man die Magneteisenpartieen für Ausfüllungen von Drusenräumen halten, so müfste natürlich die Infiltration vor der säulenförmigen Absonderung statt-

gefunden haben. Da sich im *Unkeler* Basalt wirklich Infiltrationsproducte, wie Mesotyp, Aragonit und ein specksteinartiges Mineral finden, welche Höhlungen von 1—3 Zoll Gröfse erfüllen [1]): so müfsten auch diese Mineralien zwischen benachbarten Basaltflächen getheilt erscheinen, wenn sie vor der säulenförmigen Absonderung existirt hätten. Diefs ist aber noch nicht wahrgenommen worden, und wir möchten zweifeln, dafs eine solche Erscheinung je wahrgenommen werden wird; denn die Infiltrationsproducte sind gewifs erst lange nach der Bildung der Basalte, wie dieselbe auch erfolgt sein möge, entstanden [2]).

Wenn alle Ideen von feuerflüssigen Bildungen nur entlehnt sein können von denjenigen Massen, die vor unseren Augen aus Vulkanen ausfliefsen oder ausgeworfen werden: so haben wir, um die Möglichkeit einer plutonischen Bildung des Magneteisen beurtheilen zu können, nachzusehen, ob und wie dieses Mineral in vulkanischen Massen vorkommt. Auf der andern Seite ist auch aus dem Vorkommen des Magneteisen in dem vulkanischen Sande, welcher 1822 aus dem *Vesuv* ausgeworfen und bald darauf von Monticelli und Covelli [3]) untersucht wurde, keineswegs auf eine vulkanische Bildung zu schliefsen; denn ein solcher Sand wird nicht im Momente des Auswerfens aus geschmolzenen Massen gebildet, sondern er rührt von zermalmten Gesteinen her,

[1]) Nöggerath a. a. O. S. 15.

[2]) In den Seitenflächen der Basaltsäulen, welche in hiesiger Gegend so häufig als Ecksteine und als Pfosten für Geländer u. s. w. dienen, findet man zwar manchmal kleine Höhlungen, die mit einem Zeolith (Chabasit) erfüllt sind. Ob aber diese Zeolithe Bruchstücke von Einschlüssen in correspondirenden Höhlungen benachbarter Säulen sind, oder ob sie begrenzt waren von glatten Seitenflächen neben stehender Säulen oder von den zwischen den Säulen meist eingeschlossenen thonigen Massen, die theils Zersetzungsproducte des Basalt sind, theils von Gewässern eingeführt wurden: dies könnte nur bei anstehenden Säulen erkannt werden. Da die Kenntnifs solcher Verhältnisse für die Genesis der Basaltsäulen von nicht geringer Wichtigkeit ist: so ist es wünschenswerth, dafs sich darauf die Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher besonders richten möge.

[3]) Der *Vesuv* u. s. w. in deutscher Uebers. S. 137.

deren Gemengtheile, obwohl sie aus einem Krater kommen, nicht nothwendig auf vulkanischem Wege erzeugt worden sein müssen. Auf eine ähnliche Weise verhält sich's mit dem so häufig im Bette der Bäche und Flüsse und am Ufer der Seen und des Meeres vorkommenden Magneteisen, worüber Cordier Untersuchungen angestellt hat [1]). Nach Rammelsberg [2]) ist übrigens dieses Magneteisen mit mehr oder weniger Titaneisen gemengt, wefshalb der Gehalt an Titansäure sehr schwankt. Entweder rührt dieses Gemeng von einem Sande her, der wirklich von Vulkanen ausgeworfen wurde, oder von zerstörten Gesteinen (z. B. Basalt), welche das Magneteisen als Gemengtheil enthielten. Selbst das Magneteisen in Octaedern von einem halben Zoll Durchmesser, welches Monticelli und Covelli [3]) unter den Auswürflingen des *Vesuv* vom October 1822 in knolligen oder geschmolzenen Massen fanden, dürfte wohl im Innern des Vulkans schon existirt haben. Es ist wenigstens nicht anzunehmen, dafs sich dieses Mineral in Krystallen von solcher Gröfse erst nach dem Auswerfen aus dem Krater aus geschmolzenen Massen ausgeschieden habe; sondern es ist wahrscheinlicher, dafs diese Krystalle von Gesteinen herrührten, in denen sie schon vorhanden waren. Da das Magneteisen bei weitem strengflüssiger, als eine z. B. basaltische Grundmasse ist: so konnte letztere durch die Gluth des Vulkans geschmolzen werden, und ersteres darin unverändert eingehüllt bleiben. Ebenso konnten die wenigen schwarzen Pünktchen von Magneteisen in der Lava, welche auch die Magnetnadel lebhaft bewegte und von derselben Eruption herrührte, darin präexistirt haben. Von den ganz kleinen, glänzenden Magneteisenoctaedern, womit die Höhlungen einer mandelsteinartigen Lava von derselben Eruption überzogen waren, bleibt es indefs unbestimmt, ob sie darin schon vorhanden waren, oder erst während der Erstarrung ge-

[1]) Journ. des Mines. T. XXI. No. 124. April 1807. p. 249 und in Gehlen's Journ. für Chem., Phys. und Mineral. Bd. IV. S. 191. Vergl. auch Klaproth's Beiträge. Bd. V. S. 211.

[2]) Handwörterbuch. Abthl. II. S. 219.

[3]) A. a. O. S. 213.

bildet wurden. Ueberhaupt läfst sich in allen den Fällen, wo man auf eine Präexistenz des Magnet- oder Titaneisen in den ausgeworfenen Massen zu schliefsen Ursache hat, gegen dessen Bildung auf vulkanischem Wege nichts erinnern. Das so häufige Vorkommen dieser Mineralien in Laven aus älteren Eruptionen, zum Theil in vorhistorischen Zeiten, wie in der Lava von *Capo di bove* in der Nachbarschaft von *Rom* [1]), in der Lava von *Sorrento* [2]) und von verschiedenen anderen Orten [3]), kann, da das wiederholt angeführte Vorkommen des Magneteisen mit Harmotom die Möglichkeit einer spätern Ausscheidung auf nassem Wege darthut, nicht zu Gunsten einer Bildung während der Erstarrung der Lava angeführt werden.

Gegen eine Ausscheidung von Eisenoxydul aus einem Gesteine als Magneteisen auf nassem wie auf trocknem Wege, ist von chemischer Seite nichts zu erinnern, da eine dem Magneteisen ähnliche Verbindung künstlich auf nassem Wege dargestellt werden kann [4]), (obgleich diese Darstellungsart im Mineralreiche nicht vorauszusetzen ist,) und da sich beim Rösten des Spatheisenstein manchmal ganz regelmäfsig krystallisirte Magneteisenoctaeder bilden, jedoch nur dann, wenn die geröstete Masse in Flufs kommt. Solche sehr schöne Krystalle von der Eisenhütte zu *Harzgerode* habe ich in *Berlin* bei Rammelsberg gesehen.

Magneteisen in Formen von Eisenspath. Haidinger [5]) führt an, dafs gewissen braunen Eisenochern Magneteisen beigemengt ist; sie sind durch einzelne im Innern wahrnehmbare Punkte magnetisch. Dieses Magneteisen hat sich wahrscheinlich durch eine theilweise Oxydation des kohlensauren Eisenoxydul auf nassem Wege gebildet; es ist der halb vollendete stets mit Kohlensäureabscheidung verknüpfte Uebergang des Car-

[1]) Breislak in dessen Geol. Bd. III. S. 260.

[2]) Dessen Reisen durch *Campanien*, übersetzt von Reufs. Bd. I. S. 154 ff.

[3]) Dessen Geol. Bd. III. S. 433.

[4]) Lehrbuch der Chemie von Berzelius. V. Aufl. Bd. II. S. 710.

[5]) Abhandlungen der böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Folge V. Bd. IV. 1846.

bonat in Eisenoxydhydrat. Besondere Umstände müssen die Aufnahme von Wasser verhindert haben. Blum[1]) beschreibt eine knollige Stufe aus Braunkohlen von *Carlsbad,* welche in Brand gerathen waren. Sie besteht aus erdigem thonigen Magneteisen, welches in gebranntem Thon eingeschlossen ist. An verschiedenen Stellen des ersteren sitzen viele kleine Kryställchen von der Form des Eisenspath, die im Innern ein feines dunkelbläulich schwarzes Pulver enthalten, welches vom Magnet schwach angezogen wird und aus reinem erdigen Magneteisen besteht. Es war offenbar thoniger Sphärosiderit, der diese Umwandlung erlitten hatte. Schon Pusch[2]) spricht von dem Vorkommen von Magneteisen in den Braunkohlen bei *Töplitz,* gebildet aus Rotheisenstein durch Einwirkung brennender Braunkohlen.

Die (S. 928) angeführte künstliche Bildung von Magneteisen beim Rösten des Eisenspath zeigt, dafs sie auch im Mineralreiche unter den angegebenen Umständen stattfinden kann. Dafs die von einigen Mineralogen angenommene Bildung von Magneteisen durch Wirkung feuerflüssigen Basalts auf kohlensaures Eisenoxydul nur dann hätte stattfinden können, wenn ein Theil des Oxydul gleichzeitig oxydirt worden wäre, ist klar. Woher sollte aber, da die Berührung des Eisenspath mit geschmolzenem Basalt den Zutritt der Luft ausgeschlossen haben würde, der Sauerstoff gekommen sein? Gleichwohl bringt Nöggerath[3]) bei Beschreibung einer Umwandlung des Eisenspath in Magneteisen, aus der Eisensteingrube *Alte Birke* bei *Siegen,* wo der Erzgang mehrmals durch einen Basaltgang durchsetzt wird, diese Umwandlung in eine genetische Analogie mit der oben angeführten in Braunkohlen, welche in Brand gerathen waren. Von dem Ursprung des Sauerstoff gibt er aber keine Rechenschaft.

Bemerkenswerth ist, dafs sich metallisches Eisen auf nassem Wege in Magneteisen umwandeln kann.

[1]) Erster Nachtrag. S. 100.

[2]) Zeitschrift für Mineral. von Leonhard. 1826. S. 533.

[3]) Verhandl. des naturhist. Vereins der preufs. Rheinlande u. s. w. Jahrg. XIII. S. 77.

Becquerel[1]) fand nämlich in den Fundamenten eines alten Schlosses Eisenbarren fast gänzlich oxydirt und in Eisenoxydhydrat, in Magneteisen und Eisenoxyd umgewandelt. Die beiden letzteren waren deutlich krystallisirt. Solche Umwandlungen sind natürlich im Mineralreiche nicht zu vermuthen, da gediegenes Eisen zu den Seltenheiten in demselben gehört.

Magneteisen in Formen von Eisenglanz. Breithaupt[2]) fand in einem Serpentinlager bei *Reichenstein* Eisenglanz, welcher völlig in Magneteisen umgewandelt war. Bei *Johanngeorgenstadt* in *Sachsen* findet sich Eisenglimmer massenhaft in Magneteisen umgewandelt. Ein ähnliches Vorkommen wurde schon früher auf dem Blendekieslager am *Frauenberge* in *Sachsen* beobachtet.

Da durch die reducirenden Wirkungen organischer Reste Eisenoxyd in Eisenoxydul umgewandelt wird, da selbst eine gänzliche Reduction zu metallischem Eisen stattfindet: so ist leicht zu begreifen, dafs unter gewissen Umständen eine theilweise Reduction des Eisenoxyd zu Oxydoxydul stattfinden kann. Mehrere Erscheinungen liegen vor, welche auf eine besondere Neigung der beiden Oxyde des Eisens, sich mit einander zu Magneteisen zu verbinden, schliefsen lassen. Es kann daher wohl gedacht werden, dafs, wenn die Reduction bis zur Bildung des Magneteisen fortgeschritten ist, sie ihr Ende erreicht, wenn auch noch reducirende Substanzen vorhanden sind.

Eisenoxyd in Formen von Magneteisen. Diese Umwandlung findet sich sowohl bei Krystallen und kleinen Erzpartieen als in grofsen Massen. Sie ist häufig so vollendet, dafs die umgewandelte Masse, aufser der Form, alle Eigenschaften des Eisenglanz oder des Rotheisenstein hat. Blum[3]) führt mehrere Fundorte von octaedrischem Eisenoxyd an, welches alle äufseren Kennzeichen von Magneteisen, aber einen ausgezeichnet kirschrothen Strich hat. G. Rose[4]) fand diese Pseudomor-

[1]) L'institut. 1843. No. 522.

[2]) Blum Pseudomorphosen. Dritter Nachtrag. S. 19.

[3]) Die Pseudomorphosen. S. 32.

[4]) Reise nach dem *Ural*. Bd. I. S. 234.

phosen auch im Serpentin von *Kalinowkoi* bei *Beresowsk*. Auf die Magnetnadel wirken die umgewandelten Krystalle nur schwach oder gar nicht. Eine Stufe, aus Chloritschiefer bestehend, von *Goyabeiras* in *Brasilien*, umschliefst viele Magneteisenoctaeder, von denen diejenigen, welche in der Verwitterungsrinde der sehr eisenreichen Gebirgsart vorkommen, sich in Oxyd umgewandelt haben, während die anderen in der Masse sitzenden, zu der die äufseren Einwirkungen noch nicht gedrungen sind, ganz unverändert erscheinen. Dieselbe Erscheinung zeigt sich auch an einem Talkschiefer von *Serra de Ouro Preto*. Diese pseudomorphosirten Magneteisenoctaeder kommen auch mit Magneteisen und Hornblende in der Nähe von *Kragerö* vor [1]). Im Serpentin von *Kalinowkoi* findet sich gleichfalls eine grofse Menge kleiner Magneteisenoctaeder, die zum Theil in rothes Eisenoxyd umgewandelt sind und wenig Zusammenhalt haben [2]).

Glocker [3]) beschreibt solche Pseudomorphosen im Granit bei *Schönberg* in *Mähren*, welche die axotome blättrige Structur des Eisenglanz ganz deutlich zeigen; das Eisenoxyd hatte daher bei dieser Umwandlung diese Structur angenommen. Es ist dies mithin eine Pseudomorphose ganz ähnlich der Hornblende in Formen von Augit (S. 623) und zeigt abermals, dafs auch ein vollkommen krystallinisches Mineral mit Beibehaltung seiner blättrigen Structur in der äufseren Krystallform eines anderen Minerals erscheinen kann. Dieses mufs aber in der chemischen Mischung jenem nahe stehen, wie dies bei Hornblende und Augit sowie beim Eisenglanz und Magneteisen der Fall ist.

Er beschreibt ferner feinkörniges Magneteisen aus *Mähren*, welches gröfstentheils ganz frisch glänzend und von schwarzem Striche ist; an einzelnen Stellen jedoch ohne aufsen die geringste Veränderung zu zeigen, von schmutzig kirschrothem Striche ist. Hier findet also ein Uebergang in Eisenglanz statt. In einem anderen Eisen-

1) Weibye im Archiv für Mineral. u. s. w. Bd. XXII. S. 517.
2) G. Rose Reise u. s. w. Bd. II. S. 234.
3) Poggendorff's Ann. Bd. XCVI. S. 264.

erze, welches ein inniges Gemeng aus dichtem Eisenglanz und dichtem Magneteisen bildet, zeigt sioh der Uebergang ganz allmälig, wie dies an dem aus dem Rothen durch Zwischenstufen ins Schwarze übergehenden Striche zu erkennen ist. Glocker ist indefs der Ansicht, dafs nicht jedes Zusammenvorkommen beider Eisenerze auf solche Umwandlungen schliefsen lasse. Magneteisenerz schliefst Eisenglanz und umgekehrt dieses jenes ein; unter wenig abweichenden Umständen mögen sich wohl Eisenoxyd und Eisenoxyduloxyd neben einander gebildet haben.

Eine Umwandlung des Magneteisen in Rotheisenstein scheint selten statt zu finden. Glocker bemerkte jedoch in einem hellgrünen Talkschiefer von *Lettowitz* blutrothe Flecken rings um eingesprengtes Magneteisen herum. Diese Flecken rühren entweder von dichtem Rotheisenstein oder von einer damit stark imprägnirten dichten Kalkmasse her, und können wohl nur die Folge einer theilweisen Umwandlung des Magneteisen in Eisenoxyd sein.

Gemäfs der Zusammensetzung des Magneteisen mufs das Oxydul desselben 3,44 % Sauerstoff aufnehmen, um sich in Eisenoxyd umzuwandeln; das absolute Gewicht des Magneteisen nimmt also um 3,44 % zu. Da die mittleren spec. Gewichte des Magneteisen und des Eisenoxyd = 5,05, mit einander übereinstimmen: so nimmt das Volumen des Magneteisen, bei seiner Umwandlung in Eisenoxyd, in demselben Verhältnisse wie das absolute Gewicht, d. h. um 3,44 % zu. Es ist indefs zu bemerken, dafs das spec. Gewicht dreier Martite nach Breithaupt[1]) zwischen 4,809 und 4,832, also unter das Mittel, ja sogar unter das Minimum des spec. Gewichts des Magneteisen fällt. Bei diesen Mineralien würde daher, wenn das ursprüngliche spec. Gewicht des Magneteisen 5,05 war, eine Zunahme des Volumens um mindestens 8,62 % stattgefunden haben. Breithaupt's kaminoxenes Eisenerz[2]) ist nach Blum gleichfalls ein umgewandeltes Magnet-

[1]) Schweigger's Journ. Bd. LIV. S. 158.
[2]) A. a. O. S. 157.

eisen. Dieses hat aber sehr nahe das spec. Gewicht desselben und des Eisenoxyd.

E. J. Chapman [1]) fand in einem Feldspathgestein (losen Block) am *Baſs-Lake*, in *West-Canada*, octaedrische Krystalle, die schwach magnetisch waren und ein rothes Pulver ergaben. Die schwache magnetische Eigenschaft zeigt, daſs der Umwandlungsproceſs in Eisenoxyd seinem Ende nahe war.

Ein von G. G. Winkler [2]) analysirtes Magneteisen von *Pfitsch* in *Tyrol* bestand aus 79,66 % Eisenoxyd und nur 19,66 Eisenoxydul. Es ist nicht zweifelhaft, daſs es schon in der Umwandlung in Rotheisenstein begriffen war. Die Krystalle schienen frisch und unverändert.

Krantz [3]) theilte mit, daſs bei dem groſsen *Hamburger* Brande Schmiedeeisen (Nägel) zu einem Aggregat von octaedrischem Magneteisen geworden war, welches dann mit Beibehaltung der Form zu Eisenoxyd wurde.

Umwandlung von Magneteisen in Brauneisenstein. Beide Eisenerze kommen sehr oft auf demselben Lager vor, bisweilen deutlich von einander geschieden, aber fast noch häufiger so innig mit einander verknüpft, daſs man ihre Grenze nicht angeben kann. So beschreibt Glocker [4]) ein Vorkommen in *Mähren*, wo Partieen von ganz frischem glänzenden feinkörnigen Magneteisen unmittelbar von Eisenocher umgeben sind.

An manchen Stellen ist das Magneteisen ganz verschwunden, und blos ein weicher unreiner thoniger Brauneisenstein vorhanden, welcher ein Umwandlungsproduct des mit Magneteisentheilchen gemengten Thonschiefer ist. Hier zeigt sich die Umwandlung des Magneteisen in Eisenoxydhydrat in groſsem Maaſsstabe; denn der Brauneisenstein bildet ein mächtiges Lager.

In einer andern Grube findet sich ein 9 Fuſs mächtiges Lager von feinkörnigem Magneteisen, welches auf seiner Lagerstätte vollkommen eisenschwarz und glänzend,

[1]) Jahresber. 1858. S. 745.

[2]) Ebend. 1856. S. 840.

[3]) Ebend. 1858. S. 688.

[4]) A. a. O.

aber mürbe, weich, sehr leicht zersprengbar, sehr stark mit Feuchtigkeit durchdrungen und mit vielen Klüften durchzogen ist. Der Luft ausgesetzt wird es schmutzig dunkel graulichbraun und verliert seinen Glanz; es ist dies eine beginnende Umwandlung in Eisenoxydhydrat, veranlafst durch das im Erze enthaltene Wasser und durch die Einwirkung der Luft. In einer dritten Grube kommt bis 17 Lachter Tiefe derbes feinkörniges Magneteisen, tiefer hinab dichter ocheriger Brauneisenstein vor; zwischen beiden läfst sich keine scharfe Grenze ziehen. Wahrscheinlich ist auch hier der Brauneisenstein aus dem Magneteisen durch Einwirkung des mit der Tiefe zunehmenden Wassers und der von demselben absorbirten atmosphärischen Luft entstanden. Mitten im Brauneisenstein fand Glocker einzelne Drusen von braunen Eisenspathkrystallen, woraus zu schliefsen ist, dafs auch diese zur Bildung von Eisenoxydhydrat beigetragen haben. In zwei anderen Gruben zeigt sich der umgekehrte Fall; lagerartiges Magneteisen findet sich nämlich in der Tiefe, darüber dichter und ocheriger Brauneisenstein.

Weiter als bis zur Umwandlung in Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat kann die Zersetzung des Magneteisen nicht schreiten; denn weitere Veränderungen können nur durch Desoxydationsprocesse mittelst organischer Substanzen erfolgen.

Bemerkenswerth ist, dafs die Magneteisenkörner im Sande dieser Umwandlung so kräftig widerstehen, während doch die Magneteisenmassen in Gängen und Lagern ihr nicht selten unterliegen. Man sollte das Umgekehrte erwarten, da jene Körner der unmittelbaren Wirkung des Sauerstoff und der Feuchtigkeit der Atmosphäre ausgesetzt sind, und wegen ihrer geringen Masse diesen Agentien eine viel gröfsere Oberfläche darbieten als die grofsen im Gebirgsgesteine eingeschlossenen Magneteisenmassen. Es ist aber nicht zu vergessen, dafs das Magneteisen in Lagern, welche dem Zutritte der Gewässer ausgesetzt sind, stets in feuchtem Zustande bleibt, während dies bei den auf der Erdoberfläche befindlichen Magneteisenkörnern nur zur nassen Jahreszeit der Fall ist. Dem ersteren mangelt zwar der unmittelbare Zutritt

der Luft; es ist aber dem vom Wasser absorbirten liquiden Sauerstoff immerfort ausgesetzt, und dieser wirkt stets kräftiger oxydirend als das Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft.

Die Hartnäckigkeit, womit überhaupt das Eisenoxydul im Magneteisen der höheren Oxydation widersteht, ist in der grofsen Verwandtschaft desselben zum Eisenoxyd zu suchen. Diese Hartnäckigkeit findet ihre Analogie in der Legirung des Silbers mit Gold, wenn letzteres mehr als den dritten Theil des Ganzen beträgt; denn sowie in einer solchen Legirung das Silber gegen die oxydirende Wirkung der Salpetersäure durch das Gold geschützt wird: so wird im Magneteisen das Eisenoxydul gegen die oxydirende Wirkung des Sauerstoff durch das Eisenoxyd geschützt.

Uebergang des Chromeisen in Magneteisen. Nach O. Dieffenbach[1]) finden zahllose Uebergänge dieser Art in den Vereinigten Staaten von *Nordamerika* statt. Die reicheren Chromerze sollen nur selten, die ärmeren aber stets magnetisch sein. Da das Chromeisen an sich nicht magnetisch ist, sondern es nur nach dem Glühen wird: so ist begreiflich, dafs die Chromerze mit zunehmendem Magneteisen magnetisch werden, und dies möchte wahrscheinlich von einer Umwandlung des Chromeisen in Magneteisen herrühren. Auch G. Rose[2]) fand in allen Varietäten des Serpentin am See *Auschkul* Chromeisen neben Magneteisen eingesprengt.

Von einer Umwandlung des Glimmer in Magneteisen war S. 759 die Rede.

Verdrängung des Magneteisen durch andere Mineralien. Nur eine einzige Verdrängung, die durch Chlorit, ist bekannt (S. 765).

B. Titaneisen.

Vorkommen. Im Granit, Zirkonsyenit, Basalt, Dolerit, Gabbro, Serpentin, Talk und im körnigen Kalk mit Rutil, auch im aufgeschwemmten Lande, im gold- und

1) Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1855. S. 534.

2) Reise nach dem *Ural.* Bd. II. S. 165.

platinführenden Sande und in Quarzgängen im Glimmerschiefer. In *Norwegen* ist es am häufigsten krystallisirt, die Krystalle sind gewöhnlich nur klein, unregelmäfsig, glatt, zuweilen stark glänzend.

Bildung. Was für die Bildung des Magneteisen gilt, hat auch Bezug auf die des Titaneisen. Sein Vorkommen in Drusenräumen, im körnigen Kalk und ebenso in Mineralien wie im Bergkrystall, Granat, Magneteisen und Glimmer spricht für seine Bildung auf nassem Wege. Sein Zusammenvorkommen mit Anatas und Rutil läfst schliefsen, dafs die beiden letzteren Zersetzungsproducte des ersteren seien, da titansaure Salze von Wasser, besonders bei der Siedhitze unter Abscheidung von Titansäure zersetzt werden.

Zusammensetzung. Mosander[1]) betrachtet den Sauerstoff der Titansäure im Titaneisen als das Doppelte vom Eisenoxydulgehalt desselben und in Folge dessen das titansaure Eisenoxydul als isomorph mit Eisenoxyd und jenes für fähig, mit diesem in jedem Mischungsverhältnisse zusammen zu krystallisiren. H. Rose[2]) nimmt an, dafs die Titansäure im Titaneisen nicht als solche vorhanden, sondern als aus 2 Aeq. Titan und 3 Aeq. Sauerstoff bestehend und daher isomorph mit Eisenoxyd sei. Bei der Auflösung in Säuren werde bei Gegenwart von Eisenoxyd dieses zu Eisenoxydul reducirt, während 1 Aeq. Titansäure sich bilde: dies hat auch v. Kobell[3]), dem wir mehrere Analysen von Titaneisen verdanken, nachgewiesen. Rammelsberg[4]) stellte über die Zusammensetzung des Titaneisen wie auch der rhomboedrischen und octaedrischen Eisenoxyde überhaupt ausführliche Untersuchungen an, und trat Mosander's Ansicht bei, weil die Ansicht H. Rose's die unwahrscheinliche Existenz eines Magnesiumsesquioxyd voraussetzt, da Magnesia im Titaneisen fast immer vorkommt. Rammelsberg glaubt den gröfseren Titansäuregehalt des Magnet-

[1]) Poggendorff's Ann. Bd. XIX. S. 220.

[2]) Ebend. Bd. III. S. 163 und Bd. XV. S. 276.

[3]) Schweigger-Seidel Journ. für Chemie und Physik. Bd. LXIV. S. 59 und 245.

[4]) A. a. O.

eisen mancher vulkanischer Gegenden durch die Annahme eines Gemenges von octaedrischem, titanfreiem Magneteisen mit rhomboedrischem Titaneisen, — den Magneteisenstein aber überhaupt als titansäurefrei erklären zu müssen. Auch A. Knop [1]) gibt der Ansicht Mosander's über die rationelle Constitution der Titaneisensteine den Vorzug vor der H. Rose's.

Von den zahlreichen Analysen des Titaneisen haben die älteren jetzt kaum mehr, als ein historisches Interesse, da die damaligen Methoden keine sichere Trennung der Oxyde des Eisens verbürgen. Rammelsberg wählte nach seiner musterhaften Abhandlung ebenso wie bei den Analysen der Magneteisen diejenigen Methoden zur Bestimmung des Eisenoxydul aus, welche die genauesten Resultate gaben. Wir beschränken uns daher im Nachfolgenden auf die Mittheilung der Analysen dieses Chemikers und fügen blos einige neuere hinzu.

In I stehen die Quantitäten der Bestandtheile, wie sie die Analysen ergaben.

II zeigt Eisenoxydul und Titansäure in dem Verhältnisse, welches das neutrale Eisenoxydultitanat verlangt. Das Eisenoxydul wurde nach der Menge der gefundenen Titansäure berechnet. Die Differenz zeigt, ob Titansäure oder Eisenoxydul im Ueberschufs vorhanden ist, welches letztere dann bei Gegenwart freien Eisenoxyds sich mit einer äquivalenten Menge davon zu Magneteisen verbinden kann.

III zeigt wie die analysirten Titaneisen ursprünglich zusammengesetzt waren unter der Voraussetzung, dafs alles Titaneisen aus neutralem Eisenoxydultitanat hervorgegangen sei. Es wurde aus allem Eisenoxyd die äquivalente Menge Eisenoxydul berechnet, und aus dem Gesammtgewicht von allem Eisenoxydul das Dazugehörige der Titansäure.

Die negative Differenz zwischen der gefundenen und berechneten Menge Titansäure zeigt die Fortführung derselben, welche bei der angenommenen Umwandlung des Eisen-

[1]) Ann. Bd. CXXIII. S. 348 und Berichtigung S. 125.

No.	I.			II.
1	TiO_2	53,03		53,03
	FeO	38,30	44,25	
	MnO	4,30		46,80 Diff. = (—2,55)
	MgO	1,65		
	Fe_2O_3	2,66		—
		99,94		99,83
2	TiO_2	57,71		57,71
	FeO	26,82	27,72	
	MnO	0,90	52,39	50,66 Diff. = (+1,73)
	MgO	13,71[1]) = 24,67 (FeO)		
	Fe_2O_3	—		
		99,14	100,10	108,37
3	TiO_2	45,93		45,93
	FeO	36,52		
	MnO	2,72	39,83	40,32 Diff. = (—0,49)
	MgO	0,59		
	Fe_2O_3	14,30		14,30
		100,06		100,55
4	TiO_2	51,30		51,30
	FeO	39,83		
	MnO	—	40,23	45,04 Diff. = (—4,81)
	MgO	0,40		
	Fe_2O_3	8,87		8,87
		100,40		105,21
5	TiO_2	46,92		46,92
	FeO	39,82		
	MnO	—	41,04	41,19 Diff. = (—0,15)
	MgO	1,22		
	Fe_2O_3	11,48		11,48
		99,46		99,59
6a	TiO_2	37,13		37,13
	FeO	29,20		
	MnO	3,01	35,18	32,60 Diff. = (+2,58)
	MgO	2,97		
	Fe_2O_3	28,40		28,40
		100,71		98,13
6b	TiO_2	42,20		42,20
	FeO	30,57		
	MnO	1,74	33,88	37,04 Diff. = (—3,16)
	MgO	1,57		
	Fe_2O_3	23,36		23,36
		99,44		102,60

[1]) Da in dieser Analyse die Magnesia zu viel beträgt als dafs sie ohne bedeutenden Fehler als Eisenoxydul betrachtet werden könnte, wurde sie besonders oder die ihr äquivalente Menge

III.	IV.	V.
53,09 Diff. = (— 0,06) 46,64 {44,55, 2,39} 99,73	0,48	krystallinisch, nicht oder schwach magnetisch.
59,65 Diff. = (— 1,94) 27,72 13,71 101,08	0,51	krystallinisch, nicht magnetisch.
60,01 Diff. = (— 14,08) 52,70 {39,83, 12,87 (die dem Oxyd entsprech. Menge)} 112,71	0,49	krystallinisch, schwach magnetisch.
54,90 Diff. = (— 3,60) 48,21 {40,23, 7,98} 103,11	0,45	derb, nicht (nach H. Rose stark, nach Mosander hier und da) magnetisch.
58,50 Diff. = (— 11,58) 51,37 {41,04, 10,33} 109,87	0,50	derb.
69,16 Diff. = (— 32,03) 60,74 {35,18, 25,56} 129,90	0,54	8 kleine Körner (Krystallreste), bald mehr oder weniger magnetisch, bald nicht.
62,50 Diff. = (— 20,30) 54,88 {33,88, 21,004} 117,38	0,46	1 gröſseres Korn, bald mehr oder weniger magnetisch, bald nicht.

Eisenoxydul in Rechnung gebracht. 59,65 % Titansäure ist die Summe aus 31,55 %, welche dem Eisenoxydul, und aus 28,10 %, welche der Magnesia entsprechen.

No.	I.		II.
7	TiO_2 23,72 FeO 22,39 MnO 0,25 MgO 0,50 Fe_2O_3 53,71 100,57	FeO, MnO, MgO: 23,14	23,72 20,82 Diff. = (+ 2,32) 53,71 98,25
8	TiO_2 16,20 FeO 12,60 MnO 0,77 MgO 0,55 Fe_2O_3 69,91 100,03	FeO, MnO, MgO: 13,92	16,20 14,22 Diff. = (— 0,3) 69,91 100,33
9	TiO_2 10,47 FeO 8,90 MnO — MgO — Fe_2O_3 80,63 100,00	FeO, MnO, MgO: 8,90	10,47 9,19 Diff. = (— 0,29) 80,63 100,29
10	TiO_2 9,18 FeO 8,60 MnO — MgO — Fe_2O_3 81,92 99,70	FeO, MnO, MgO: 8,60	9,18 8,06 Diff. = (+ 0,54) 81,92 99,16
11	TiO_2 9,10 FeO 7,63 MnO 0,44 MgO Spur Fe_2O_3 83,41 100,58	FeO, MnO, MgO: 8,07	9,10 7,99 Diff. = (+ 0,08) 83,41 100,50
12	TiO_2 8,27 FeO 37,22 MnO 2,03 MgO 0,78 Fe_2O_3 51,81 100,11	FeO, MnO, MgO: 40,03	8,27 7,26 Diff. = (+ 32,77) 51,81 67,34
13	TiO_2 57,19 FeO 26,00 MnO — MgO 1,74 Fe_2O_3 15,67 100,60	FeO, MnO, MgO: 27,74	57,19 50,21 Diff. = (— 22,47) 107,40

III.	IV.	V.
81,67 Diff. = (— 57,96) 71,47 {23,14 / 48,33} 153,14	0,55	glanzlose, brüchige Krystalle, schwach magnetisch.
87,75 Diff. = (— 71,55) 76,83 {13,92 / 62,91} 164,58	0,49	derb, nicht magnetisch.
92,49 Diff. = (— 82,02) 81,46 {8,90 / 72,56} 173,95	0,48	derb.
93,65 Diff. = (— 84,47) 82,32 {8,60 / 73,72} 175,97	0,53	krystallinisch, mit anhaftendem Quarz und Glimmer.
94,58 Diff. = (— 85,48) 83,13 {8,07 / 75,06} 177,71	0,51	krystallinisch, nicht magnetisch.
98,68 Diff. = (— 90,41) 86,65 {40,03 / 46,62} 185,33	2,76	derb, magnetisch.
47,65 Diff. = (+ 9,54) 41,84 {27,74 / 14,10} 89,49	0,28	Körner mit undeutlichen Umrissen, Krystallreste; ziemlich stark magnetisch.

No.	I.			II.
14	TiO_2	57,09		57,09
	FeO	42,11		
	MnO	0,80	42,91	50,12 Diff. = (−7,21)
	MgO	—		
	Fe_2O_3	—		
		100,00		107,11
15	TiO_2	48,14		48,14
	FeO	50,17		
	MnO	1,69	51,86	42,26 Diff. = (+9,60)
	MgO	—		
	FeO_3	—		
		100,00		90,40
16	TiO_2	51,60		51,60
	FeO	41,79		
	MnO	4,00	45,79	45,30 Diff. = (+0,49)
	MgO	—		
	Fe_2O_3	Spur		
		97,39		96,90
17	TiO_2	48,60		48,60
	FeO	37,06		
	MnO	—	40,66	42,68 Diff. = (−2,02)
	MgO	3,60		
	Fe_2O_3	10,42		10,42
		99,68		99,60
18	TiO_2	13,20		13,20
	FeO	31,10		
	MnO	—	31,10	11,59 Diff. = (+19,51)
	MgO	—		
	Fe_2O_3	42,08		42,08
		86,38		66,87
19	TiO_2	9,21		9,21
	FeO	28,80		
	MnO	—	28,80	8,08 Diff. = (+20,72)
	MgO	—		
	Fe_2O_3	61,37		61,37
		99,38		78,66
20	TiO_2	24,95		24,95
	FeO	51,29		
	MnO	1,75	53,04	21,86 Diff. = (+31,18)
	MgO	—		
	Fe_2O_3	21,75		21,75
		99,74		68,56

III.	IV.	V.
48,87 Diff. = (+ 8,22) 42,91 91,88	0,43	
59,09 Diff. = (— 10,59) 51,86 110,95	0,61	
51,59 Diff. = (+ 0,01) 45,30 96,89	0,50	unregelmäſsige, spröde Knollen.
56,98 Diff. = (— 8,38) 50,03 {40,66, 9,37} 107,01	0,48	derb, oft grobkörnig.
78,54 Diff. = (— 65,34) 68,97 {31,10, 37,87} 147,51	1,15	
95,70 Diff. = (— 86,49) 84,03 {28,80, 55,23} 179,73	1,78	magnetisch.
82,43 Diff. = (— 57,47) 72,61 {53,04, 19,57} 135,04	1,21	krystallinisch, in deutlich meſsbaren Octaedern; magnetisch.

oxydultitanat in Substanzen wie die analysirten stattgefunden hätte. Die positive Differenz würde aber entweder auf eine Zuführung von Titansäure oder eine Abscheidung von Eisenoxydul aus der ursprünglichen Mischung deuten.

In Columne IV sind die Sauerstoffquotienten. Sie wurden durch Division der Sauerstoffmenge der Titansäure in die Summe der Sauerstoffantheile der Basen, mit Ausschlufs des Eisenoxyd, berechnet. Der Sauerstoffquotient der Eisenoxydultitanate ist = 0,500.

Fällt er unter diese Zahl: so ist Titansäure gegen Eisenoxydul in Ueberschufs vorhanden, im umgekehrten Falle herrscht Eisenoxydul vor.

No. 1. Titaneisen vom *Ingelsberg* bei *Hofgastein*, eingewachsen in Talk, begleitet von krystallisirtem Magnesitspath.

No. 2. Von *Layton's Farm, Nordamerika.*

No. 3. Ilmenit vom *Ilmengebirge* bei *Miask* am *Ural*, dadurch wichtig, dafs G. Rose ihn als Titaneisen erkannte, und an ihm die Isomorphie mit dem Eisenglanze nachwies.

No. 4. Von *Egersund* in *Norwegen*. (Stellt also ein Eisenoxydultitanat mit etwas überschüssiger Titansäure neben Eisenoxyd dar.)

No. 5. Von *Krageroe* in *Norwegen.*

No. 6. Iserin von der *Iserwiese*: a) 8 kleine Körner; b) ein grofses Korn.

No. 7. Washingtonit von *Liechtfield* (Connecticut), mit Glimmer verwachsen.

No. 8. Titaneisen von *Eisenach*, nesterweise im Granitconglomerat (Rothliegenden) des nordwestlichen Theils vom *Thüringer Walde.*

No. 9. Von *Snarum* in *Norwegen*, in Begleitung mit dem von Rammelsberg beschriebenen Völknerit (Hydrotalkit) aus dem Serpentinlager.

No. 10. Aus dem *Binnenthale* von *Wallis.*

No. 11. Eisenrose vom *St. Gotthardt.*

No. 12. Titaneisen aus dem Basalt von *Unkel.*

No. 13. Iserin. Unter mehreren Pfunden Körner

konnte Rammelsberg einige auslesen, deren abgerundete Umrisse an die Octaederform erinnerten [1]).

No. 14. Titaneisen aus dem gold- und platinführenden Sande aus *Antioquia* vom *Rio-Chico*, nach Damour und Descloizeaux [2]).

No. 15. Titaneisen, ebendaher, von *Cienaga*, nach denselben [2]).

No. 16. Von *Maxhofen* in der Nähe von *Deggendorf* in *Baiern*, nach Jos. Müller [3]). Bei Berechnung des Sauerstoffquotienten wurde von den 0,90 % Kieselsäure 1,57 % Thonerde und 0,30 % Kalk als unwesentlichen Theilen abstrahirt.

No. 17. Von *Canada*, namentlich von der *St. Pauli-Bai* am *Lorenzstrom*, nach F. S. Hunt [4]).

No. 18. Tintaneisen, welches sich an dem Ufer von *Mersey*, besonders zwischen *Seacombe* und *New-Brighton* findet. Es stammt aus zersetzten granitischen Wanderblöcken, die sich in einem Thonlager etwa 4 Fufs über der Küste finden, nach J. D. Edwards [5]).

No. 19. Titanhaltiges Magneteisen aus der Gegend von *Oak Bowery* (*Alabama, Nordamerika*), nach J. W. Mallet [6]).

No. 20. Titanhaltiges Magneteisen aus dem Nephelindolerit von *Meiches* am *Vogelsberge*, nach A. Knop [7]). Aus dem beim Behandeln mit Salzsäure erhaltenen Rückstande extrahirte er mit dem Magnet das Magneteisen, welches in deutlichen, mefsbaren Octaedern erschien.

Alle diese interessanten in der Tabelle dargebotenen Verhältnisse finden zum grofsen Theil im Folgenden eine Erklärung.

Alle Eisenoxydulsalze unterliegen einer höheren Oxydation. Die höhere Oxydation des Eisenoxydul in seinen Verbindungen mit starken Säuren ist mit einer

[1]) 1—13 nach Rammelsberg a. a. O.

[2]) Jahresber. 1857. S. 662.

[3]) Ebend. 1859. S. 775.

[4]) Ebend. 1860. S. 752.

[5]) Jahrb. für Mineral. 1857. S. 835.

[6]) Jahresber. 1857. S. 662.

[7]) A. a. O.

Bildung von basischen Salzen verknüpft, weil die Säure nicht hinreicht, mit der ganzen Menge der höher oxydirten Base eine neutrale Verbindung zu geben. Die höhere Oxydation des Eisenoxydul im Eisenspath ist mit einer gänzlichen Abscheidung der flüchtigen Kohlensäure verknüpft. Dafs die so häufige höhere Oxydation der Eisenoxydulsilicate eine theilweise Ausscheidung von Eisenoxyd bewirkt, kann nicht bezweifelt werden. Dieselben Verhältnisse sind beim Eisenoxydultitanat zu erwarten, und demnach liefs sich das in so sehr veränderlichen Verhältnissen in den meisten Titaneisen vorkommende Eisenoxyd für ein Oxydationsproduct des Eisenoxydul halten. Ob dieses Eisenoxyd theilweise mit der Titansäure in Verbindung bleibt und ein Eisenoxydtitanat bildet [1]), ist durch die chemische Analyse nicht zu entscheiden. Die Analogie spricht für eine solche Bildung; denn bei den meisten Eisenoxydulsalzen, wie z. B. beim schwefelsauren Eisenoxydul entstehen durch Oxydation neutrale Oxydsalze neben basischen.

Im Nachfolgenden abstrahiren wir von dieser theoretischen Frage, und nehmen die Bestandtheile so wie sie die Analysen ergeben haben.

Indem sich das Eisenoxydul im Titaneisen höher oxydirt, entsteht entweder ein Eisenoxydtitanat oder Titansäure wird frei. In beiden Fällen, ja aus dem reinen Eisenoxydultitanat selbst ohne vorhergehende Oxydation, ist die Fortführung der Titansäure leicht zu begreifen; da nach Obigem die titansauren Salze durch Wasser zersetzt werden, und nach meinen Versuchen die Löslichkeit der Titansäure im Wasser noch nachweisbar ist.

Je nachdem nun bei diesem 2fachen Zersetzungsprocesse, der höheren Oxydation des Eisenoxydul und der Wegführung der Titansäure, diese oder jene vorwaltet oder auch ganz zurücktritt, lassen sich besonders drei Richtungen in der Zersetzung unterscheiden.

1) Die höhere Oxydation des Eisenoxydul ohne Ausscheidung der Titansäure.

[1]) Künstlich wurde Eisenoxydtitanat von Liebig und Wöhler aus Titaneisen dargestellt; aber durch einen Procefs, den man im Mineralreiche nicht vermuthen kann.

Diese finden wir unter den 20 Fällen nur einmal, aber schlagend in No. 1, denn auffallend dieselbe Menge Eisenoxydul 2,55, welche zu wenig da ist um mit der vorhandenen Titansäure Eisenoxydultitanat zu bilden, finden wir in den 2,66 % Eisenoxyd wieder, welche 2,43 % Eisenoxydul entsprechen.

2) Wegführung der Titansäure ohne gleichzeitige Oxydation des Eisenoxydul.

Diesen Fall bieten Nr. 2, 15 und auch Nr. 16, wenn letzteres nicht für ganz neutrales Eisenoxydultitanat zu halten ist; worauf sowohl der S.-Q. als auch die verschwindend kleinen Differenzen zwischen berechneter und gefundener Zusammensetzung deuten. Es zeigen diese nämlich kein Eisenoxyd, dagegen einen Ueberschufs an Eisenoxydul. Diese Veränderung eines neutralen titansauren Eisenoxydul findet eine einfache Erklärung in der Annahme, dafs die Gewässer, welche sich durch die Titanmassen drängten, bereits ihren atmosphärischen Sauerstoff anderswo abgegeben hatten.

3) Wegführung der Titansäure und gleichzeitige Oxydation. Dieser Procefs ist selbst wieder einer dreifachen Modification fähig.

a) Schreitet die Oxydation und die Ausscheidung der Titansäure aus dem Mineral in gleichem Verhältnifs fort: so erhalten wir die Titaneisen, welche bei einem Eisenoxydgehalte sowohl einen S.-Q. geben, welcher dem normalen entweder ganz oder fast gleich ist, als auch in den berechneten und gefundenen Eisenoxydulmengen Uebereinstimmung zeigen. In diesem Falle kommt auf ein Aequivalent des dem Eisen zugeführten Sauerstoff, eine Menge fortgeführter Titansäure, welche zwei Aequivalente Sauerstoff enthält. Zu diesen gehören Nr. 3, 5 u. 11.

b) Geht die Oxydation des Eisenoxydul nur bei beschränktem Zutritt von Wasser von Statten, wird daher die Titansäure nicht in dem Verhältnisse fortgeführt als sie sich ausscheidet: so entsteht eine Mischung oder ein Gemeng von Eisenoxydultitanat, Eisenoxyd und Titansäure. Durch diesen Procefs konnten also alle jene Titaneisen aus Eisenoxydultitanat entstanden sein, welche neben Eisenoxyd in der Columne II eine negative Differenz

zeigen, d. h. mehr Titansäure als die gefundene Menge Eisenoxydul zur Bildung eines neutralen Salzes erfordert, enthalten.

c) Wird die Titansäure in gröfserem Verhältnisse fortgeführt als das Eisenoxydul sich oxydirt: so können sich alle jene Titaneisen aus Eisenoxydultitanat bilden, die einerseits einen Eisenoxydgehalt und höheren Sauerstoffquotienten als 0,500 geben, andererseits im Gegensatz mit dem vorhergehenden Falle in Columme II neben Eisenoxyd eine positive Differenz ergeben. So Nr. 6a, 7, 10, 12, 18, 19, 20.

In diesem Falle scheidet sich neben Eisenoxyd freies Eisenoxydul aus und die Bedingungen zur Bildung von Magneteisen sind gegeben; denn die Neigung beider Oxyde (S. 930), sich mit einander zu verbinden, ist so grofs, dafs man eine gesonderte Existenz beider nicht wohl annehmen kann.

Berechnet man das Magneteisen, welches dem freien Oxydul in den oben angeführten Analysen entspricht, so erhält man in:

	No. 6.	No. 7.	No. 10.	No. 19.
Magneteisen . . .	8,31	7,47	1,74	66,76
Eisenoxyd	22,67	48,56	80,72	15,33
Eisenoxydultitanat .	69,73	44,53	17,24	17,29
	100,71	100,56	99,70	99,38

	No. 12.	No. 18.	No. 20.
Magneteisen . . .	75,12	61,01	31,53
Eisenoxydul . . .	9,46	0,58	21,40
Eisenoxydultitanat .	15,53	24,79	46,81
	100,11	86,38	99,74

In Nr. 19 finden wir Eisenoxydul und Eisenoxyd gerade in dem Verhältnisse, wie es das Magneteisen verlangt. Es wird daher dieses Titaneisen besser als aus

Magneteisen .	90,17
Titansäure . .	9,21
	99,38

gebildet anzusehen sein. Wir haben demnach in Nr. 19 eine Verbindung aus Magneteisen und Titansäure, während Nr. 18 Magneteisen und Eisenoxydultitanat sich in sämmtliche Bestandtheile theilen. In Nr. 20 beträgt das

Eisenoxydul im Titanat beinahe ebensoviel als das freie; man könnte es demnach als eine Verbindung von Magneteisen mit einem basischen Titanate (2 Aeq. Eisenoxydul 1 Aeq. Titansäure) betrachten.

Da nun alle die Titaneisen dieser Gruppe, von deren magnetischen Eigenschaften Erwähnung geschieht, wirklich als magnetisch bezeichnet werden, während viele andere Titaneisen nicht magnetisch sind: so entsteht die Frage ob nicht bei allen Titaneisen die magnetischen Eigenschaften stets einem Gehalte an Magneteisen zugeschrieben werden müssen, und ob nicht das Eisenoxydultitanat selbst solcher Eigenschaften gänzlich entbehre. In der That, man möchte sich für das letztere entscheiden.

In Nr. 2, 14, 15 ist kein Eisenoxyd, also auch kein Magneteisen vorhanden, No. 2 ist aber auch nicht magnetisch, von No. 14 und 15 wird hierüber nichts gesagt. Ist aber hier das Titanat nicht magnetisch: so ist es dieses auch nirgends.

Wo die Analysen wie meistentheils Eisenoxyd nachweisen, da kann stets ein wenn auch noch so geringer Theil des Eisenoxydul mit Eisenoxyd zu Magneteisen verbunden gedacht werden, denn Spuren des ersteren, welche nicht mehr durch die chemische Analyse nachzuweisen sind, afficiren noch deutlich die Magnetnadel (vgl. S. 951.) Wenn daher auch die Rechnung in solchen kein freies Eisenoxydul ergibt: so können dennoch magnetische Eigenschaften an ihnen nicht befremden, da einerseits selbst der grofsen Sorgfalt, welche Rammelsberg angewandt, eine geringe Quantität Eisenoxydul entgangen, andererseits aber auch das der Titansäure durch Rechnung zugetheilte Eisenoxydul in Wirklichkeit schon zum Theil mit dem Eisenoxyde verbunden und somit Magneteisen vorhanden sein kann.

Sollte aber umgekehrt in Titaneisen, die neben Eisenoxyd überschüssiges Eisenoxydul enthalten, doch kein Magneteisen oder nur Spuren davon vorhanden sein: so wäre zu schliefsen, dafs das überschüssige Eisenoxydul mit dem Eisenoxydultitanat in veränderlichen Mischungsverhältnissen verbunden sei.

Dafs übrigens die Menge des Eisenoxydul sowohl

im Titaneisen als auch im Magneteisen keineswegs mit der Stärke der magnetischen Eigenschaften in geradem Verhältnisse steht, beweisen die Untersuchungen Rammelsberg's.

Im octaedrischen Eisenerz vom *Vesuv* konnte er nur Spuren von Eisenoxydul finden; gleichwohl war es stark magnetisch [1]). Im Titaneisen oder Eisenglanz von *Krageröe* fand er 3,26 % Eisenoxydul, entsprechend 10,51 % Magneteisen. Es war sehr schwach magnetisch. Ferner untersuchte er den Eisenglanz von *Elba* und fand darin 0,67 bis 0,81 % Eisenoxydul, entsprechend 2,16 bis 2,61 % Magneteisen, er wurde schwach vom Magnet angezogen [2]). Der Martit aus *Brasilien* ent-

[1]) Solche Octaeder müssen zu sehr verschiedenen Zeiten vom *Vesuv* ausgeworfen worden sein, am genauesten sind aber die von der Eruption vom Jahre 1855 von Scacchi, Palmieri und Guarini untersucht und beschrieben worden (Memoria sullo Incendio Vesuviano del mese di maggio 1855, fatta per incarico della R. Accad. delle Scienze dai Socii G. Guarini, L. Palmieri ed A. Scacchi. Napoli 1855).

Im Innern bestehen diese Octaeder aus einem Gewirr der Blättchen, zwischen denen oft kleine Hohlräume geblieben sind. Ihr Pulver ist sehr dunkel rothbraun und zwar geben Octaeder mit wenigen erhabenen Linien ein dunkleres Pulver als die übrigen, sie sind stark magnetisch. Die neapolitanischen Naturforscher werfen die Frage auf, ob diese Krystalle nicht Verwachsungen von Eisenglanz und Magneteisen seien. Sie konnten aber kein Eisenoxydul nachweisen. Gegen die Ansicht, dafs diese Octaeder früher Magneteisen waren, welches später in Eisenglanz umgewandelt wurde, erklärte sich Scacchi, weil die vulkanischen Auswürflinge nur aus Eisenglanz, nicht aus Magneteisen bestehen. Gegen die Ansicht, dafs sie aus Eisenoxyd entstanden seien, welches bei der hohen Temperatur zu Oxydoxydul wurde, erklärt sich Scacchi gleichfalls, weil sie dann die rhomboedrische Form noch besitzen und Eisenoxydul enthalten müfsten. Scacchi neigt sich zu der Ansicht hin, dafs das Eisenoxyd dimorph sei, überläfst es aber spätern Beobachtungen, den erforderlichen Beweis zu führen.

Rammelsberg schliefst aus seinen Untersuchungen, dafs die Krystalle neben Eisenglanz eine magnetische, an Magnesia reiche Verbindung enthalten. Er fügt hinzu, dafs eine solche Verbindung noch nachzuweisen wäre, womit wir nur übereinstimmen können.

[2]) Wir verweisen auf Plücker's Beobachtungen (S. 903).

hält nach ihm 1,83 — 2,3 % Eisenoxydul, entsprechend 5,9 — 7,41 % Magneteisen, und war in geringerem Grade magnetisch. Auch im Eisenglanz vom *Vesuv* fand er 3,11 % Eisenoxydul, entsprechend 10 % Magneteisen. Das rothe Pulver wurde sehr lebhaft vom Magnet angezogen. In einem feinen, sehr magnetischen Eisensande des *Müggelsee's* oberhalb *Berlin* fand Rammelsberg ferner 30,25 % Eisenoxydul, 61,36 % Eisenoxyd, 5,20 % Titansäure, 1,23 % Manganoxydul und 0,48 % Magnesia. Das Eisenoxydul beträgt hier sogar 2 % mehr als die theoretische Zusammensetzung des Magneteisen fordert. Hierbei ist freilich auch zu bemerken, dafs die magnetischen Eigenschaften einer Substanz aber der Beobachtung entgehen können, wenn sie nur in geringer Menge zu Gebote steht, während sich schwach magnetische Eigenschaften sehr bedeutend magnetisch zeigen, wenn grofse Massen der Magnetnadel genähert werden.

Aufser dem Angeführten spricht endlich auch die Analogie gegen die magnetischen Eigenschaften des Eisenoxydultitanat. Das Eisenoxydul verliert durch Verbindung mit Säuren und selbst mit der schwachen Kohlensäure seine magnetischen Eigenschaften; denn ist Eisenspath magnetisch: so rührt dies von einer theilweisen Zersetzung und Umwandlung in Magneteisen her (S. 928). Sollte die Titansäure eine Ausnahme von dieser Regel machen? Gewifs nicht und um so weniger, da die Titaneisen entweder gar nicht oder doch nur schwach magnetisch sind.

Wir sind also berechtigt, die schwachen magnetischen Eigenschaften mancher Titaneisen dem in ihnen gebildeten Magneteisen zuzuschreiben. Diese Bildung würde ganz mit der eben bemerkten im Eisenspath in Parallele zu stellen sein.

Während alle in der Tabelle angedeuteten Verhältnisse den gegebenen Erklärungen leicht und ungezwungen sich fügen, finden wir bei No. 13 und 14 abweichend von allen übrigen Titaneisen mehr Titansäure als alles vorhandene Eisen zur Bildung eines neutralen Eisenoxydultitanat verlangt. In diesen beiden Fällen wäre also bei Annahme eines ursprünglichen neutralen Eisenoxydul-

Bayerische Staatsbibliothek München

titanat entweder Titansäure zugeführt oder was weniger wahrscheinlich ist, Eisenoxydul weggeführt worden.

Haben wir uns auch bemüht nachzuweisen, dafs die oben analysirten Titaneisen aus Eisenoxydultitanat abstammen können: so sind wir weit entfernt diese Bildungsart auf alle überzutragen, dafs wir sie vielmehr für manche sehr bezweifeln.

Für obige Erklärungen sprechen:

1) das Verhalten der Titanate zu Wasser und ihre leichte Oxydirbarkeit,

2) die Aehnlichkeit der Eisenoxydultitanate mit den Eisenoxydulsilicaten,

3) das Zusammenvorkommen des Titaneisen mit Anetas und Rutil, welche Zersetzungsproducte des ersteren wären,

4) das brüchige und glanzlose Aussehen der Krystalle in No. 7 und die bedeutende Menge Titansäure, die nach der Berechnung fortgeführt worden wäre,

5) die regellose Mischung von Eisenoxydultitanat, Eisenoxyd, Eisenoxydul in allem bisher analysirten Titaneisen.

Dagegen spricht, dafs in No. 10 und 11 das auffallend frische Aussehen, der grofse Glanz, die scharfen Ecken und Kanten sich schwerlich mit einer Verminderung um 47 % einigen lassen.

Bonn, Druck von C. Georgi.

Bayerische Staatsbibliothek München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bischof, Gustav,

Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie

Bd.: 2

Bonn 1864

BHS II C 22-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10706869-8